



Escola de Camins
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports
UPC BARCELONATECH

Estudio de alternativas para la construcción de una pasarela peatonal sobre el río Besós, en los términos municipales de Barcelona y Santa Coloma de Gramenet

Treball realitzat per:

Cesar Augusto Valle Muñoz

Dirigit per:

Juan Ramon Casas Rius

Grau en:

Enginyeria d'Obres Públiques

Barcelona, 23 de gener de 2018

Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental

TREBALL FINAL DE GRAU

Resumen:

Los barrios y municipios que conforman actualmente el territorio del Besós han sido y están siendo castigados por su lejanía y separación de la ciudad condal. Las barreras físicas que comportan el río Besós y las vías de comunicación como la Ronda Litoral han fragmentado este territorio. Esto ha provocado que por un tiempo las administraciones competentes y generales del área metropolitana de Barcelona no se centraran en invertir en la mejora y remodelación de estas poblaciones afectadas.

Se ha creado un sentimiento de animadversión hacia los habitantes del municipio de Santa Coloma de Gramenet. Además de que el propio municipio ha sido afectado por la crisis económica actual dejando a esta ciudad como las castigadas con uno de los porcentajes más elevados del paro.

Es por ello, que este estudio plantea la posibilidad de romper estos esquemas mediante un estudio de alternativas para la construcción de una nueva pasarela de peatones y bicicletas que conecte Barcelona con Santa Coloma de Gramenet. Con esto se propone mejorar la accesibilidad de los habitantes de la zona para ir de un lado a otro del río Besós.

El trabajo se divide en dos bloques. En el primero se realiza un estudio de alternativas para buscar aquel emplazamiento adecuado y necesario donde poder construir una nueva pasarela, y, en segundo lugar, tras saber el emplazamiento donde se quiere estudiar de construir una nueva pasarela pues se realiza otro estudio para buscar aquella tipología de puente idónea que pueda integrarse en el entorno urbano, paisajístico del río respetando al máximo su idiosincrasia.

Finalmente, a partir de estos estudios se propone una solución final que sirva de impulso para su desarrollo mediante un proyecto que haga realidad su implantación en la zona.

Resum:

Els barris i municipis que conformen actualment el territori del Besòs han estat i estan sent castigats per la seva llunyania i separació de la ciutat comtal. Les barreres físiques que comporten el riu Besòs i les vies de comunicació com la Ronda Litoral han fragmentat aquest territori. Això ha provocat que per un temps les administracions competents i generals de l'àrea metropolitana de Barcelona no es centressin en invertir en la millora i remodelació d'aquestes poblacions afectades.

S'ha creat un sentiment d'animadversió cap als habitants del municipi de Santa Coloma de Gramenet. A més de que el propi municipi ha estat afectat per la crisi econòmica actual deixant a aquesta ciutat com les castigades amb un dels percentatges més elevats de l'atur.

És per això, que aquest estudi planteja la possibilitat de trencar aquests esquemes mitjançant un estudi d'alternatives per a la construcció d'una nova passarel·la de vianants i bicicletes que connecti Barcelona amb Santa Coloma de Gramenet. Amb això es proposa millorar l'accessibilitat dels habitants de la zona per anar d'un costat a un altre del riu Besòs.

El treball es divideix en dos blocs. En el primer es realitza un estudi d'alternatives per buscar aquell emplaçament adequat i necessari on poder construir una nova passarel·la, i, en segon lloc, després de saber l'emplaçament on es vol construir una nova passarel·la es realitza un altre estudi per trobar aquella tipologia de pont idònia que pugui integrar-se en l'entorn urbà, paisatgístic del riu respectant al màxim la seva idiosincràsia.

Finalment, a partir d'aquests estudis es proposa una solució final que serveixi d'impuls per al seu desenvolupament mitjançant un projecte que faci realitat la seva implantació a la zona.

Abstract:

The neighborhoods and municipalities that currently make up the Besòs territory have been and are being punished for their distance and separation from the city of Barcelona. The physical barriers that the Besòs River and communication routes such as the Ronda Litoral have fragmented this territory. This has caused that for some time the competent and general administrations of the metropolitan area of Barcelona did not focus on investing in the improvement and remodeling of these affected populations.

A feeling of animosity has been created towards the inhabitants of the municipality of Santa Coloma de Gramenet. In addition to that the municipality itself has been affected by the current economic crisis leaving this city as those punished with one of the highest percentages of unemployment.

That is why this study raises the possibility of breaking these schemes through a study of alternatives for the construction of a new footbridge for pedestrians and bicycles that connects Barcelona with Santa Coloma de Gramenet. With this it is proposed to improve the accessibility of the inhabitants of the area to go from one side of the Besòs River to another.

The work is divided into two blocks. The first is a study of alternatives to find the right and necessary place to build a new footbridge, and secondly, after knowing the location where you want to study to build a new footbridge as another study is done to find that ideal type of bridge that can be integrated into the urban environment, river landscape respecting its idiosyncrasy to the maximum.

Finally, from these studies a final solution is proposed that will serve as an impulse for its development through a project that will make its implantation in the area a reality.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	3
1.1. Introducción.....	3
1.2. Objetivos	4
2. EL EJE BESÓS.....	5
3. HISTORIA DEL BESÓS	7
3.1. Restauración y remodelación del último tramo del río Besós.....	7
3.2. Propuestas de construcción de nuevos puentes en el Besós	11
3.2.1. Propuesta de la Oficina Técnica del Besós.....	11
4. ESTUDIO DE LAS PROPUESTAS DEL CONSORCIO DEL BESÓS	12
4.1. Estudio de la accesibilidad y conectividad en el Besós.....	13
4.2. Líneas estratégicas de la Agenda Besós.....	16
4.3. Estudio de la propuesta de una nueva pasarela sobre el río Besós.....	18
5. SITUACIÓN.....	21
6. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL.....	22
6.1. Infraestructuras viarias existentes	22
6.2. Infraestructuras ferroviarias existentes	25
7. RAZÓN DE SER DEL ESTUDIO	26
7.1. Justificación y soluciones a la problemática actual	28
8. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO VIGENTE	35
8.1. Introducción.....	35
8.2. Descripción de la actuación.....	36
8.3. Planeamiento urbanístico	37
8.3.1. Plan General Metropolitano (PGM, 1976)	37
8.3.2. Clasificación del suelo.....	37
8.3.3. Usos de suelo	39
8.3.4. Relación de la pasarela con el planeamiento vigente.....	41
8.4. Disponibilidad del terreno u ocupaciones temporales	48
8.5. Consideraciones finales	49
8.6. Planos del planeamiento vigente.....	49
9. PROPUESTA GLOBAL.....	50

9.1. Análisis de alternativas: Emplazamiento.....	50
9.2. Análisis de alternativas: Diseño estructural	58
10. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	64
11. CONCLUSIONES.....	67
12. BIBLIOGRAFÍA.....	70

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. Introducción

El territorio del Besós y los municipios, distritos y barrios que lo conforman se convierte para las administraciones competentes de la zona en una gran apuesta de transformación metropolitana de cara a los próximos años. Todo esto partiendo de una sensibilidad compartida ante las necesidades y los retos que el Besós tiene que afrontar hoy y en el futuro. Los gobiernos municipales apuestan por desplegar una estrategia compartida de desarrollo sostenible e integral con el objetivo de superar los déficits y las problemáticas sociales, económicas y urbanísticas de este territorio.

Para conseguir estos objetivos se define una hoja de ruta a nivel intermunicipal para afrontar el reto de superar la actual fragmentación del territorio, combinando la perspectiva metropolitana con la realidad de los barrios del Besós y dando continuidad al proyecto de regeneración del Besós.

El Consorcio del Besós creó una Agenda que servirá como un espacio para definir una visión conjunta del territorio del Besós. En este marco donde el Consorcio del Besós mediante Barcelona Regional como oficina técnica y con la participación del Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans (IERMB) i el Institut de Govern i Politiques Públiques (IGOP) de la Universitat Autònoma de Barcelona definieron la visión estratégica y el plan de acción para llevar a cabo esta transformación del territorio.

Gracias a este plan de acción el proceso de trabajo ordenara las iniciativas y los recursos para que el Eje Besós del futuro sea un entorno de calidad de vida y oportunidades económicas y de ocupación.

Con la premisa de mejorar la calidad de vida en el territorio, sobre todo en los municipios de Barcelona y Santa Coloma de Gramenet, en este estudio se analiza y se proponen soluciones para conectar los barrios de Santa Coloma con Barcelona mediante una pasarela peatonal.

Esto conlleva a estudiar la zona desde el punto de vista territorial, urbanístico, de la oferta de demanda de peatones y ciclistas, así como de la necesidad de proyectar en los próximos una nueva pasarela.

1.2. Objetivos

El objetivo principal de este estudio es proponer una propuesta de una nueva pasarela peatonal que conecte Barcelona con Santa Coloma de Gramenet sobre el río Besós. La pasarela peatonal ha de permitir el paso seguro y cómodo de peatones y de ciclistas, favoreciendo el uso de estos medios de transporte sostenible y que, a su vez, sirva de punto de conexión con las vías y caminos del Parque Fluvial del Besós.

Con este objetivo se plantean las siguientes pautas a seguir en este estudio:

- Analizar las propuestas de la “Agenda Besós”, promovida por el mismo Consorcio del Besós, para el diseño de una nueva pasarela peatonal. Así como proponer nuevas ideas a las ya mencionadas en el documento de consulta.
- Análisis territorial y funcional del ámbito de estudio, con esto se analiza los municipios afectados por estudio, ensalzando los principales rasgos topográficos de cada municipio, así como los principales puntos generadores de movilidad de los que dispone cada uno de ellos.
- Análisis de la oferta y demanda actual de la movilidad en la zona y diagnóstico de las principales necesidades y deficiencias existentes en los desplazamientos a pie y en bicicleta.
- Proponer soluciones para conectar ambos municipios, no solo desde el punto de vista del emplazamiento sino también el diseño estructural de la nueva pasarela. Por esto, se propone un estudio de alternativas en donde se escogerá aquella solución que mejor se adapte a las necesidades y criterios escogidos.

Este estudio se enfoca desde el punto de vista de la estética y la integración en el entorno de la nueva pasarela peatonal.

El análisis económico no se ha tenido en cuenta en este estudio dado que es el costo de este tipo de estructuras no se puede definir dado que es un valor relativo que depende de muchos factores, entre ellos la capacidad de inversión de las administraciones competentes. Aunque, este factor o condicionante si se ha tenido en cuenta en este estudio, pero de manera aproximada.

2. EL EJE BESÓS

El Eje Besós comprende los términos municipales de Badalona, Montcada i Reixac, Sant Adrià de Besós, Santa Coloma de Gramenet y los distritos de Nou Barris, Sant Andreu y Sant Martí de Barcelona. Es un territorio que se localiza a lo largo de la cuenca baja del río Besós, desde el desfiladero que forma al atravesar la Cordillera Litoral (incluyendo los estribos de Collserola y la Cordillera de Marina) hasta su plano deltaico y desembocadura en el mar.

Actualmente en el Besós viven aproximadamente un millón de personas, lo que representa el 30 % de la población del Área Metropolitana de Barcelona y el 12 % de la población de toda Cataluña. Con una superficie de más de 80 km², el Besós se articula en 98 barrios constituyendo el paisaje social más complejo y diverso de toda Cataluña.

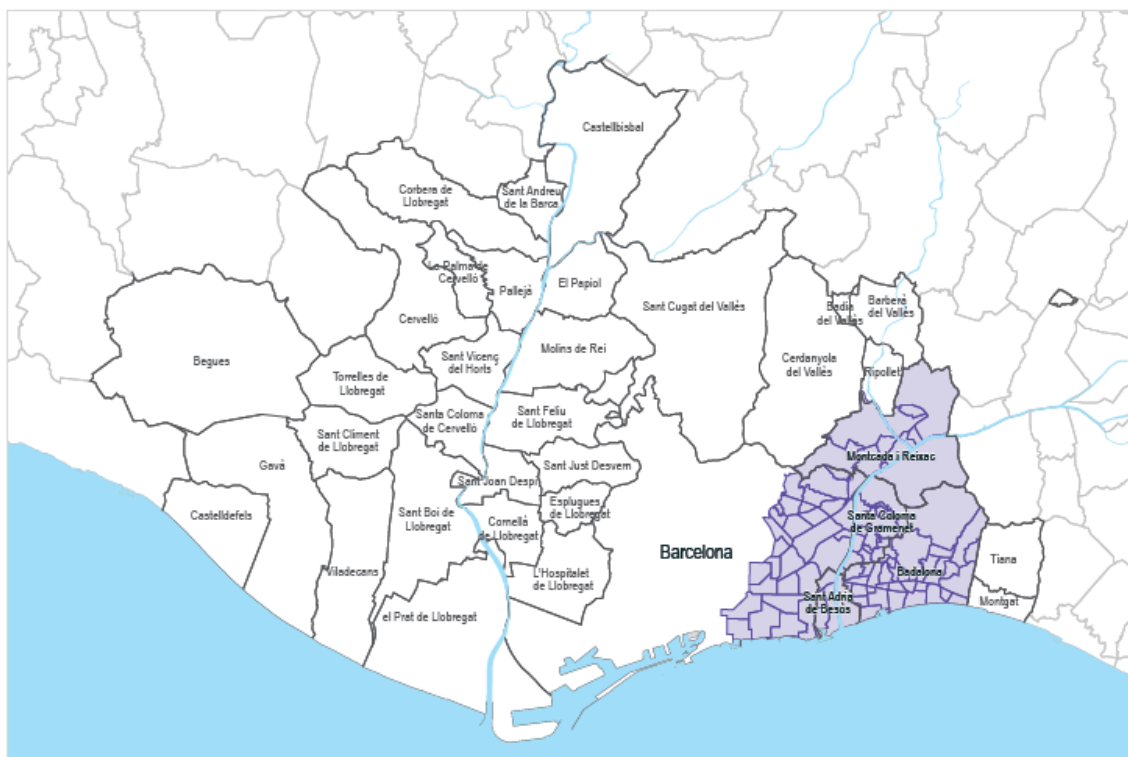


Figura 1. Territorio del Besós (Fuente: Consorcio del Besós).

A pesar de tener elementos geográficos potencialmente estructuradores, como son la llanura litoral y la fachada marítima, el propio río Besós, Collserola o la Cordillera Marina, la falta de una visión integrada del territorio agravada por una larga historia de

crecimientos urbanos desordenados, han hecho que hoy en día el Besós sea un territorio fragmentado y confuso sin un proyecto de desarrollo urbano definido.

El territorio del Besós es clave en el acceso a Barcelona desde el Maresme y la depresión prelitoral catalana, y constituye el principal corredor de entrada y salida de la ciudad, lo que se traduce en una gran concentración de infraestructuras viarias y ferroviarias de alto valor estratégico. El Besós, a su vez, también es un territorio estratégico para el funcionamiento del metabolismo metropolitano y contribuye enormemente al medio ambiente metropolitano.

La recuperación ambiental del río Besós, la modernización y cobertura de la depuradora del Besós en Sant Adrià de Besós, una de las más grandes de Europa en un entorno urbano, la mejora de las depuradoras de la cuenca, la construcción de Ecoparques, las mejoras de la planta de valoración energética, las mejoras de las plantas de generación de energía de ciclos combinados y una larga lista de políticas y programas de carácter municipal y metropolitano han cambiado de manera radical la calidad ambiental de este territorio.

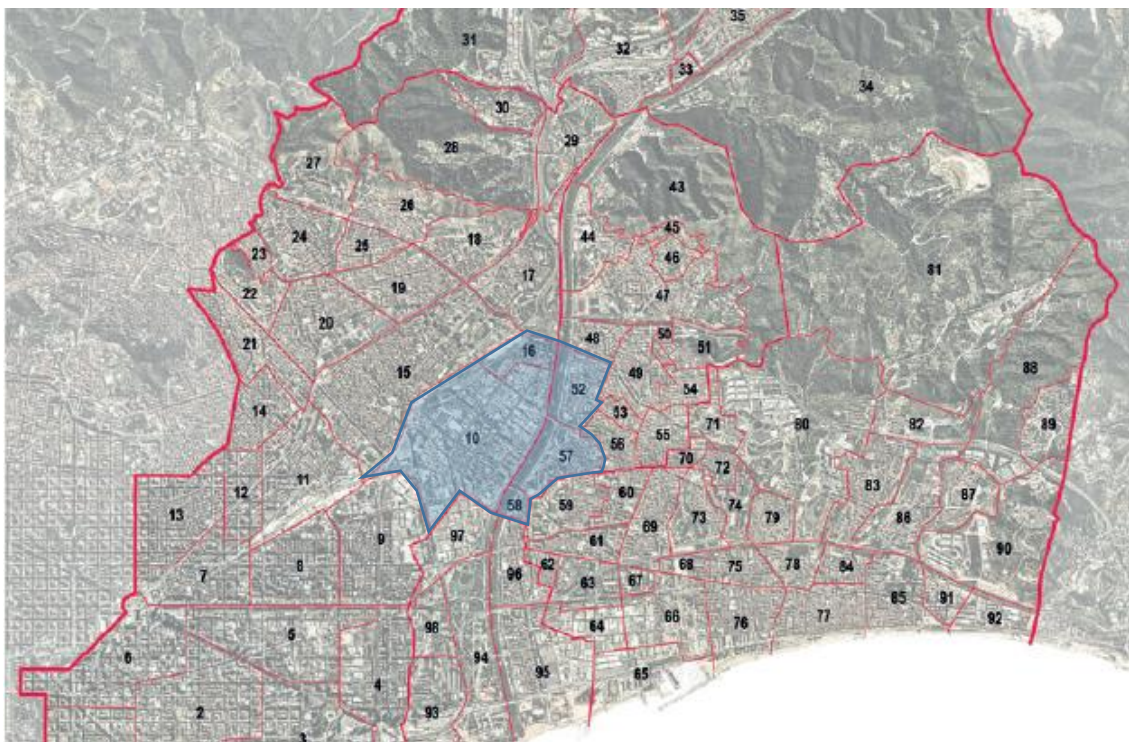


Figura 2. Situación del ámbito de estudio de este proyecto (Fuente: Consorcio del Besós).

3. HISTORIA DEL BESÓS

El Besós tiene una historia urbana comuna. A lo largo de la segunda mitad del siglo XX a raíz de las tensiones demográficas de la ciudad de Barcelona generadas por su intenso crecimiento económico, este territorio experimentó una ocupación acelerada debajo las premisas de la zonificación monofuncional y de la preeminencia de grandes infraestructuras generando una fragmentación urbana que actualmente perdura.

Históricamente, el Besós ha sufrido la persistencia de altos niveles de vulnerabilidad urbana en determinados barrios, agravados recientemente por el impacto de la crisis económica. Actualmente el Besós cuenta con 16 de los 25 barrios más vulnerables del área metropolitana. La existencia de procesos de exclusión y segregación social en determinados barrios ha hecho que el Besós haya estado, tradicionalmente, un territorio estigmatizado.

A pesar de los esfuerzos de los ayuntamientos por resolver muchas de las problemáticas de la zona heredadas del pasado, el Besós ha sufrido una falta de inversión en relación con otros ámbitos metropolitanos. En el Delta del Llobregat, por ejemplo, la presencia de grandes infraestructuras estratégicas como el puerto y el aeropuerto y la concentración de polígonos industriales ha propiciado, históricamente, la atracción de inversiones generando un mayor nivel de desarrollo.

Aunque en la actualidad el Besós es un territorio con un gran potencial de futuro gracias a elementos como su centralidad y accesibilidad respecto la gran región metropolitana de Barcelona.

3.1. Restauración y remodelación del último tramo del río Besós¹

La zona que nos ocupa sufrió importantes cambios durante los últimos 50 años. La pasarela del presente estudio discurre sobre el río Besós de manera ortogonal, un

¹ La información de la restauración del río Besós y su entorno se obtuvo de varios artículos de revistas, entre los que se destacan el artículo técnico de J. P. Martín-Vide titulado como “*Restauración del río Besòs en Barcelona. Historia y lecciones aprendidas*”, publicado en el año 2015 por la Revista Iberoamericana del Agua (RIBAGUA). Otro artículo consultado fue el de Antoni Alarcon Puerto (gerente del Consorci del Besòs), cuyo artículo es “*El Besòs. Historia de una transformació*”, publicado en el año 2015 por la revista digital Planur-e.

río que se asemeja a un canal artificial ya que se puede ver revestimiento de hormigón en su margen izquierdo y la disposición de presas hinchables en todo el ancho del cauce. Para entender mejor toda la transformación que ha sufrido este tramo del río, se expone a continuación las causas que llevaron a su restauración.

El 25 de septiembre de 1962 se produjo una gran avenida torrencial que ocasionó numerosas víctimas y pérdidas de daños materiales y de vidas humanas, en el que se llegó a registrar un importante caudal. En el año 1975, para mejorar la capacidad hidráulica del río frente a futuras avenidas, se proyectó la canalización en un cauce de avenidas de 130 m de anchura con capacidad para 2.400 m³/s, limitado por muros de gravedad de hormigón por cuyo interior discurre el canal principal del río de 20 m de ancho.

El 10 de octubre de 1994 se produjo otra avenida importante en el que se llegó hasta los 3 metros de calado, y que puso en alerta a la población y las administraciones municipales de la zona.



Figura 3. Vista aérea del proyecto de canalización del río Besós, año 1975 (Fuente: Revista Iberoamericana del agua, 2015).



Figura 4. Avenida del 10 de octubre de 1994 en la zona de emplazamiento de la nueva pasarela a proyectar (Fuente: Revista Iberoamericana del agua, 2015).

La sobreexplotación de los acuíferos y los frecuentes desbordamientos acentuaron también el déficit hídrico del río, por lo que fue necesario el trasvase desde otras cuencas. En los periodos secos, casi toda el agua que lleva el río proviene de otras cuencas. Todo ello fue aumentando la situación de degradación paisajística y ambiental de la zona, hasta que en 1995 los ayuntamientos de Santa Coloma de Gramenet, Montcada i Reixac, Sant Adrià de Besòs y Barcelona acordaron llevar a cabo el proyecto de remodelación del tramo bajo del río Besós y su área de influencia.

El tramo comprendía unos 9 km del río, desde el puente de Montcada i Reixac hasta su desembocadura. En el tramo más urbano de esta actuación es donde se ubica la pasarela de este proyecto. El diseño de este ámbito responde a una tipología de parque generándose a ambos márgenes, zonas de prado fluvial accesible desde los paseos de ribera. Esto se consigue mediante accesos con rampas y escalera que facilitan la entrada al Parque, y se diseñaron dos viales laterales colindantes con los muros de canalización para el paseo y como carril bici.

Se incrementó la sección del canal central y por lo tanto su capacidad (a 180 m^3), permitiendo de este modo una menor inundabilidad en las zonas de prado fluvial y un mejor aprovechamiento del Parque, disminuyendo a su vez los costes de mantenimiento. Para posibilitar este incremento del canal central, creando una imagen paisajística de lámina de agua, pero a la vez manteniendo las condiciones hidráulicas, se instalaron once presas hinchables, conectadas mediante un sistema de

automatización para su hinchado y deshinchado. En situaciones de poco caudal, el agua fluye sobre las presas, mientras que, en casos de avenidas, las presas automáticamente se deshinchán aumentando la sección de desguace.

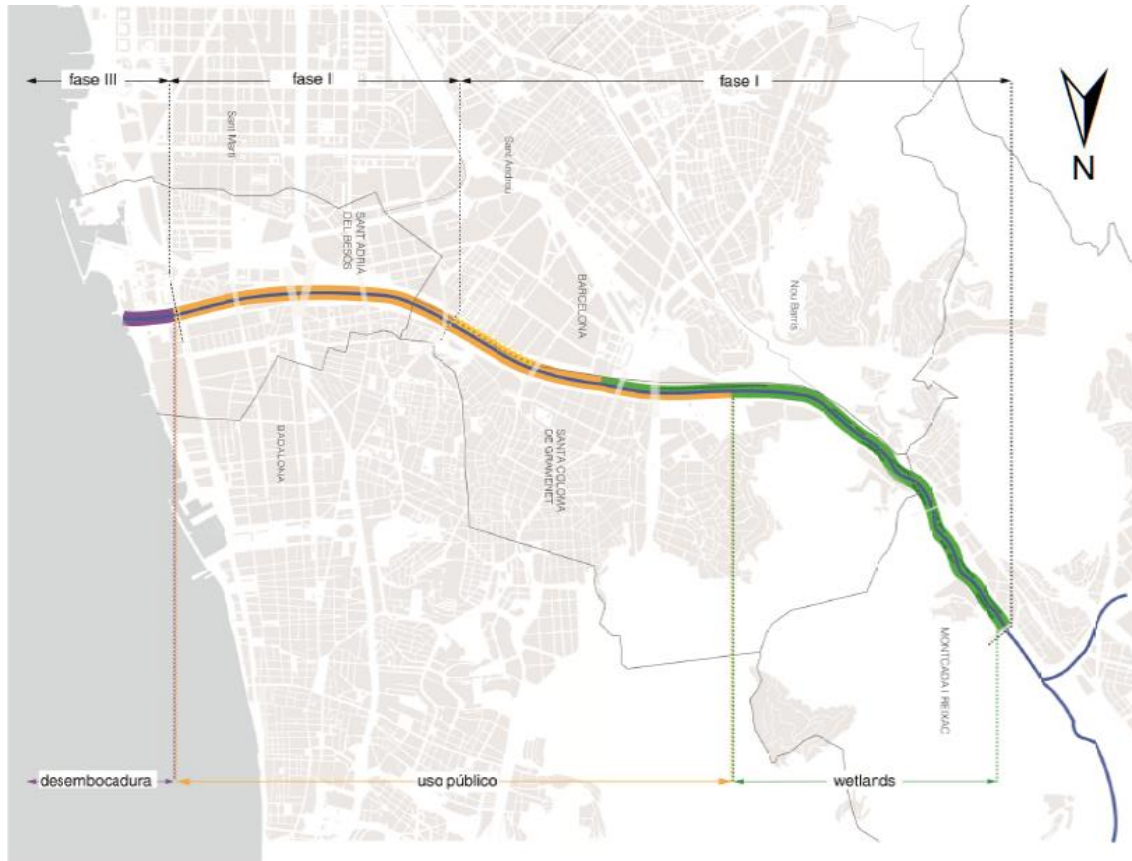


Figura 5. Mapa de las diferentes fases de ejecución de la construcción del Parque Fluvial del Besós (Fuente: Consorcio del Besós).

Para mejorar la capacidad hidráulica del encauzamiento, se recrecieron los muros laterales existentes de hormigón en 70 centímetros. Esto permitía disponer de un resguardo suficiente para la avenida de un periodo de retorno de mil años y con un caudal de diseño de $2.538 \text{ m}^3/\text{s}$, de acuerdo con los criterios establecidos por la Agencia Catalana del Agua (ACA).

El río Besós es catalogado un río de tipo torrencial ya que presenta caudales repentinos muy elevados, debido a precipitaciones intensas, de duración corta, pero suficiente para una concentración desfavorable de la esorrentía. También se entiende por torrencial ya que presenta una pendiente elevada (0'3 % en su tramo final) y el transporte de solidos es muy abundante (gravas de diámetro medio de 20 mm).

Es importante tener en cuenta el proceso de transformación por el que ha pasado el río Besós, ya que desde el punto de vista de medioambiente y del análisis hidrológico e hidráulico, serán condicionantes importantes a tener en cuenta en este proyecto.

3.2. Propuestas de construcción de nuevos puentes en el Besós

El diseño y la ejecución de nuevos puentes peatonales y urbanos sobre el río Besós, en los términos municipales de Barcelona y Santa Coloma de Gramenet, ha venido siendo objeto de estudio por las Administraciones de la zona en los últimos 10 años.

Además a esto se añade otros antecedentes de mejora en el Besós como son las propuestas por el Pla Besós (2012) impulsado por la Oficina Técnica del Besós (OTB), que posteriormente quedaría integrada en el Consorcio del Besós, la Llei de Barris impulsada por la Generalitat de Catalunya entre 2004 y 2010 y que benefició 11 proyectos de intervención integral (PII), y actualmente, en ejecución, los 7 Plans de barris promovidos por el Ayuntamiento de Barcelona que benefician 10 barrios del margen derecho del río Besós.

3.2.1. Propuesta de la Oficina Técnica del Besós

En el año 2012, la Oficina Técnica del Besòs (OTB) había analizado la conectividad de lado a lado del río Besòs, llegando a la conclusión de que era necesario estudiar la posibilidad de mejorar estas conexiones tanto para peatones como para vehículos, reduciendo de esta manera la distancia máxima entre pasos superiores a 400 m.

En este sentido, la oficina técnica realizó propuestas concretas para mejorar la conectividad: la creación de 2 pasarelas exclusivas para peatones (una al puente de Santa Coloma y otro delante de la depuradora) y 4 nuevos puentes para peatones y vehículos. La representación gráfica, en planta, de estas propuestas se pueden observar en el mapa de la Figura 4.

La propuesta intenta romper el efecto barrera que supone el río Besòs, tanto a nivel de peatones como de tránsito rodado. El número de puentes que se propusieron parecía excesivo, con lo que se decidió priorizar por ejecutar aquellos que fueran necesarios.

Esta propuesta por parte de la Oficina Técnica del Besòs quedaría anexada posteriormente al Consorcio del Besòs.

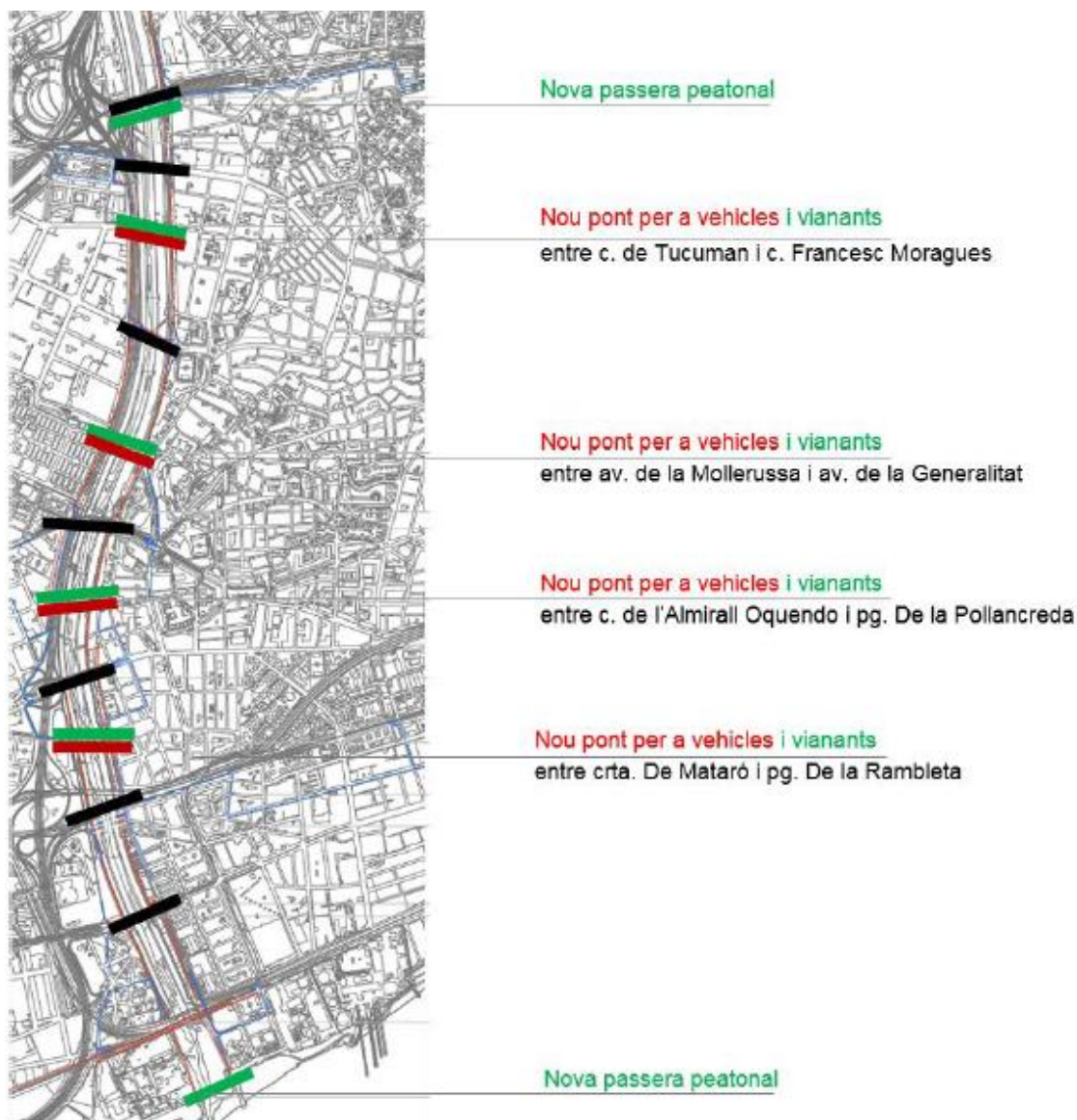


Figura 6. Propuestas de nuevos puentes y pasarelas sobre el río Besòs. (Fuente: Oficina Tècnica del Besòs- Consorcio del Besós).

4. ESTUDIO DE LAS PROPUESTAS DEL CONSORCIO DEL BESÓS

Con fecha Julio de 2017 se presenta públicamente, por el Consorcio del Besós, la Agenda Besós. Este documento es promovido por los ayuntamientos de Barcelona,

Santa Coloma de Gramenet, Sant Adrià de Besòs, Montcada y Reixac, y Badalona, que fue redactado por Barcelona Regional.

La Agenda Besós tiene como objetivo consensuar un proyecto de transformación del “*Eix Besòs*”², basado en la mejora de la calidad de vida y la convivencia. En la que hacerlo realidad, dependerá del compromiso de financiamiento de todos los agentes locales y supramunicipales del territorio.

Los objetivos y las líneas estratégicas definidos para desarrollar la nueva visión del Eje Besós se concretan en una lista de proyectos, acciones y actividades que constituirán el Plan de Acción de la Agenda Besós. En esta lista se incluyen una serie de propuestas relacionadas con la nueva construcción o modificación de infraestructuras tales como puentes y pasarelas a lo largo del río Besós, que permitan de manera eficiente la conectividad entre los barrios del Besós separados por el propio río que actúa de principal barrera física.

4.1. Estudio de la accesibilidad y conectividad en el Besós

La Agenda Besós contiene en uno de sus documentos un estudio relacionado con la accesibilidad y conectividad en el Besós que se expone a continuación.

La movilidad en el Eje Besós viene condicionada por la configuración espacial del territorio, la estructura urbana y el perfil socioeconómico de sus habitantes. Al mismo tiempo, no se deben obviar otros factores que influyen en la elección modal cuando se quiere acceder a un determinado territorio: la oferta de infraestructuras y servicios de transporte, las políticas tarifarias, la gestión del tránsito, el diseño y la calidad de los entornos urbanos, o la gestión y la regulación del apartamento, entre otros.

El territorio tiene unas barreras físicas naturales importantes como son, en el caso que nos ocupa, el río y las rondas (Ronda B-10). Visto des de Barcelona, esta barrera fue el límite desde donde se han colocado los polígonos industriales antes de llegar al alcantarillado a cielo abierto que era el río.

² Se le llama Eix Besòs (o Eje Besòs, en castellano) al territorio del río Besós que comprende los términos municipales de Badalona, Montcada i Reixac, Sant Adrià de Besòs, Santa Coloma de Gramenet y los distritos de Nou Barris, Sant Andreu y Sant Martí de Barcelona. Esta denominación se utiliza en la Agenda Besòs, publicada en el año 2017 por el Consorcio del Besòs.

Algunos datos de la movilidad en el territorio del Besós se comentan a continuación:

- La población residente en el ámbito del Besós hace una media de 3,8 desplazamientos por persona en un día laborable, lo que se traduce en 3,4 millones de desplazamientos diario de los residentes. Esta cifra supone aproximadamente el 30% de los desplazamientos del conjunto de residentes en el área metropolitana de Barcelona, de acuerdo con su población.
- El reparto modal en los desplazamientos totales en el Besós muestra un uso mayoritario de desplazamientos en modos no autorizados (51%), principalmente, a pie, dado que, la movilidad en bicicleta tiene poca presencia (menos de un 2%). La cuota modal de los modos de transporte motorizados se distribuye en el 26% en transporte público y el 22% en transporte privado. En concreto, los modos no motorizados son el principal modo en los desplazamientos internos, mientras que el vehículo privado lo es en los desplazamientos de conexión (30-41%).
- Respecto a la movilidad total, se destacan los desplazamientos internos con un 69% de los desplazamientos de los residentes:
 - Los desplazamientos en transporte público, por municipio, son bajos (4-11%), excepto en Barcelona que llegan al 30%, debido a la importante estructura de su transporte público.
 - Los desplazamientos en vehículo privado también son bajos (6-9%) excepto en Barcelona y Montcada, del 14 y 23% respectivamente, este último debido a las características de fracturación urbana.
 - Los desplazamientos no motorizados están por sobre del 70% debido a la demanda de trayectos relativamente cortos, exceptuando Barcelona, que representan el 56% de total, pero queda compensado por el mayor uso del transporte público.
- La elevada autocontención municipal no va tan ligada a motivos laborales sino al ocio y estudios y, se explica por el elevado peso de la movilidad a pie. Mas del 60% de los desplazamientos por trabajo se hacen en el municipio de residencia en la parte barcelonesa. En cambio, por lo que respecta al resto del ámbito Besós, los niveles de autocontención se encuentran mayoritariamente entre el 20 y el 40%.

- La movilidad tiene en este territorio, un carácter marcadamente emisor de desplazamientos: la ratio de atracción y emisión de desplazamientos es de 0,42, mientras que en el resto del AMB es de 0,90 y, en Barcelona, es de 2,46.
- Unos de cada tres viajes con destinación Barcelona se hace por este territorio y por las infraestructuras del ámbito del Besós. El estrecho corredor del río hace que el 74% de la red viaria sea estructurante dentro de la básica, mientras que, en el AMB, es del 54%, lo cual castiga el territorio del Besós con el peso de unas externalidades negativas que se tendrían que poder equilibrarse.
- Solo el 6% de la movilidad son flujos de conexión entre ambos márgenes del río Besós, lo cual pone de manifiesto que el río conforma una importante barrera para el tránsito, especialmente en modos no motorizados.

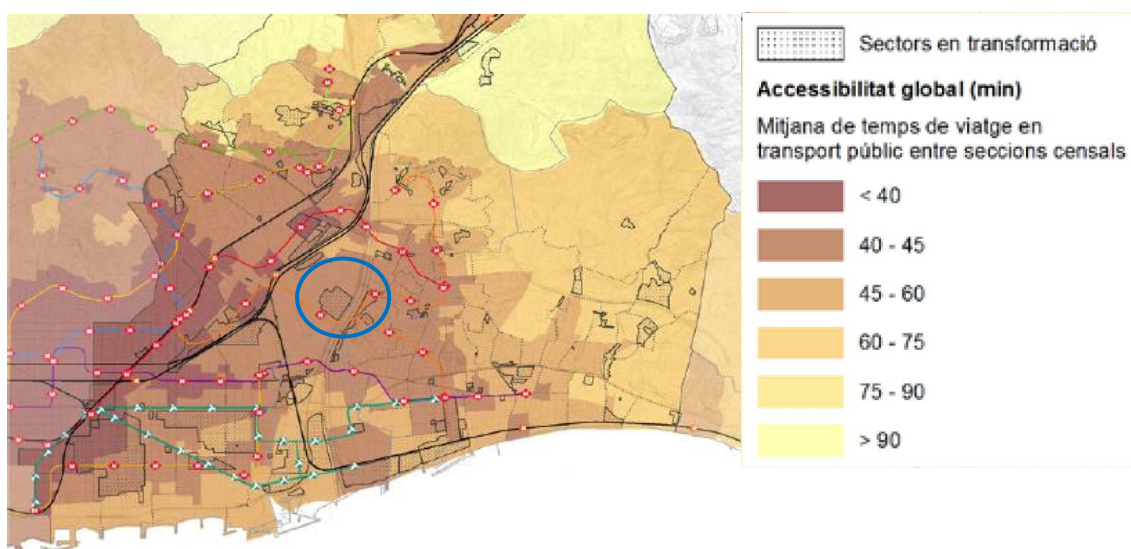


Figura 7. Accesibilidad global en el transporte público (Fuente: Consorcio del Besós).

Tras poner en contexto la movilidad actual en todo el territorio se muestran a continuación los retos que propone asumir el Consorcio del Besós y las administraciones competentes de la zona.

Retos respecto a las externalidades negativas de las grandes infraestructuras:

- La reducción de la fragmentación urbana y aumento de la permeabilidad transversal de las infraestructuras. Las grandes redes de comunicación y transporte crean espacios intermedios empobrecidos, altos niveles de contaminación acústica y del aire y un efecto barrera, mayormente, en la dirección paralela al mar.

- La reducción de niveles de contaminación importantes del aire y contaminación acústica causada, en mayor medida, por las elevadas concentraciones del tránsito en determinados puntos del AMB y del Besós.
- La reducción del peso del vehículo privado en la movilidad interna, especialmente entre las zonas de Badalona y Montcada i Reixac, y en general, en las conexiones en los cuales atraviesa el río.

Retos respecto a la accesibilidad y conectividad entre los barrios:

- La aproximación de las dos veredas del río, respecto a la movilidad a pie y en bicicleta. No solo las infraestructuras suponen un impedimento, sino que es el propio río Besos que en numerosos puntos supone un problema para cruzar de un margen al otro. El margen derecho del río con el paso de la Ronda Litoral (B-10) y el nus de la Trinitat dificulta la integración de los márgenes.
- Articular y densificar la red ciclista:
 - En los municipios del Besós existe una malla de vías ciclistas y pacificadas insuficientes, excepto en la zona barcelonesa.
 - Existen diferencias notables en los servicios asociados a la movilidad en bicicleta: bicing solo en Barcelona, pocos bicibox, escasos aparcamientos para bicicletas en el espacio público y estaciones de FFCC.
 - La red prevista (BICIVIA y PMUs) de carriles bici y vías ciclables tiene aún deficiencias en términos de conexión con algunos centros de trabajo, equipamientos y acceso a las estaciones principales de transporte.
- Reforzar las medidas clave de los PMUs: faltan inversiones en las redes urbanas para mejorar la movilidad y la accesibilidad de los peatones, bicicletas y autobuses, que los PMUs tiene previstos y cifran en 37 M€ para Santa Coloma, Badalona y Montcada.

4.2. Líneas estratégicas de la Agenda Besós

La Agenda Besós, a través de sus diagnósticos realizadas sobre los temas más importantes y problemáticos de la zona definió diez líneas estratégicas para el diseño de las propuestas de mejora de cara al futuro.

Para el presente estudio, interesa saber las directrices por la que sigue esta Agenda respecto a los temas de accesibilidad y conectividad en la zona. Estas líneas se presentan a continuación:

- **Objetivo 1:** Fomentar una identidad compartida, centrada en el río como elemento cohesionador de los barrios del Bon Pastor. Algunas de las líneas estratégicas son:
 - Construir convivencia, mejorar la percepción de seguridad y reducir el estigma social entre los propios residentes.
 - Impulsar un concepto del agua como elemento vertebrador del Eje Besós y de la metrópolis.
- **Objetivo 5:** Mejorar la accesibilidad y conectividad entre los barrios del Besós. Algunas de las líneas estratégicas que se definen en este objetivo son:
 - Aumentar y mejorar la accesibilidad física y la calidad de las calles.
 - Adecuar y mejorar el espacio urbano para facilitar la movilidad a pie y en bicicleta.
 - Formular un plan de jerarquización y estructuración viaria comuna para todo el ámbito del Besós.
 - Mejorar la accesibilidad del parque fluvial, aproximar las dos veredas del río y de los espacios del entorno.
 - Mejorar la accesibilidad a los polígonos de actividad económica en modos de transporte sostenibles.
- **Objetivo 6:** Compensar las externalidades negativas de las grandes infraestructuras integrándolas en las diversas lógicas urbanas. Las líneas estratégicas en la que se basa este objetivo son:
 - Adecuar el servicio de las grandes infraestructuras en el entorno urbano que cruzan.
 - Cesión del espacio de servicio para un uso más urbano en las administraciones locales y/o metropolitanas.
 - Facilitar la integración urbana (reducción de impactos, creación de espacio público, aumento de la permeabilidad...) entre los barrios donde las grandes infraestructuras de transporte actúan de barrera física, y entre los dos márgenes del río Besós.
 - Incorporar los espacios residuales entre la ciudad y el río como un espacio público y de relación social.

- Adecuar el paso de las grandes infraestructuras de saneamiento para tal de permitir el acceso de los vecinos al mar.

4.3. Estudio de la propuesta de una nueva pasarela sobre el río Besós

Dentro de las propuestas que contempla la Agenda Besós está el de la construcción de una pasarela para peatones y bicicletas que conecte el límite actual de la cobertura de la B-10 del Bon Pastor con la Avenida de la Generalitat en el margen izquierdo del río Besòs.

La representación gráfica de esta propuesta se muestra en la siguiente imagen:

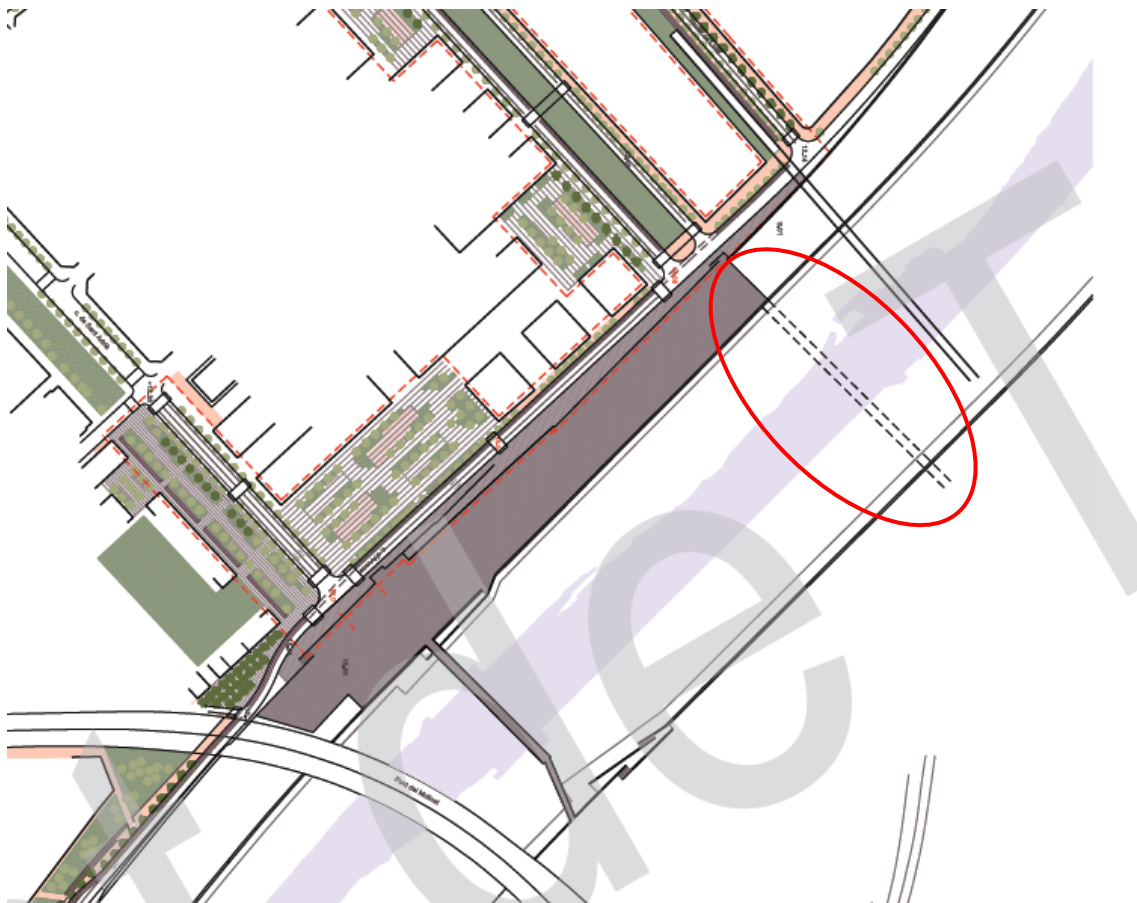


Figura 8. Propuesta de nueva pasarela “Passera de Lima” por la Agenda Besós (Fuente: Elaboración propia).

La descripción de esta propuesta por parte de la Agenda Besós es:

- La calle de Lima separa el barrio del Bon Pastor del polígono industrial del Bon Pastor. Es un eje que une Sant Andreu, el futuro parque de la Sagrera, la

maquinista y el Bon Pastor con el Besós. Actualmente la conexión de los peatones del barrio con el margen izquierdo del río es a través de la pasarela del Molinet. Esta pasarela para peatones (y no para bicicletas) tiene como cota de llegada en el paseo de ribera +13,00 metros siendo difícil acceder a la cota alta del barrio de Safaretjos (cota +29,50 m).

Debido a la importancia de conexión del eje de la calle de Lima, se propone hacer una nueva pasarela para peatones y bicicletas en el límite actual de la cobertura de la ronda. Esta pasarela conectaría Sant Andreu, el futuro parque de la Sagrera, la maquinista y el nuevo desarrollo urbanístico del Bon Pastor con la Avenida de Josep Mossèn Pons i Rabadà en el margen izquierdo del río. Avenida que conecta con la Plaça de Salvador Dalí donde está el Hospital de l'Espèrit Sant y con Badalona.

- Además, entre la descripción de la propuesta estiman un coste total de 990.000 € dando como soporte de financiamiento a la AMB (Área metropolitana de Barcelona) y con un plazo de ejecución de 12 meses gestionado por el ayuntamiento de Santa Coloma de Gramenet y el mismo Consorcio del Besós.

Según el resumen ejecutivo de este plan de acción, el mismo Consorcio del Besós, juntamente con las administraciones competentes de la zona, evaluaron todas las propuestas iniciales entre las cuales estaba incluida la Pasarela de Lima.

En la siguiente tabla se muestra una base de datos de todas las propuestas analizadas entre las cuales cataloga a la Pasarela de Lima como una solución factible y cuya prioridad es media para las administraciones competentes. Esto quiere decir que se puede prever su redacción y ejecución para un periodo medio (5-10 años).

20

Además, se le valora como una propuesta muy buena para favorecer la cohesión social y en términos medios desde el punto de vista económico y de trabajo.

En la Tabla 3 se muestra que su valoración desde el punto de vista de la accesibilidad es alta, en términos de infraestructuras verdes y azules es baja y, que en términos de calidad ambiental lo califican en términos medios. Una diferencia es que el coste estimado es distinto al que se comentó anteriormente, ya que en este análisis se estima un coste total de 1.800.000 €, es decir, el doble.

Una vez analizado desde todos los puntos de vista esta propuesta, el autor de este estudio considera tenerla en cuenta como una opción más para el estudio de alternativas.

Con fecha 21 de febrero de 2018, el estudiante autor de este proyecto de final de carrera, Cesar Augusto Valle Muñoz, se reúne con el director del Área de Servicios Técnicos del Consorcio del Besós para solicitar información de esta propuesta que servirá como una alternativa del “Estudio de alternativas para la construcción de una pasarela peatonal sobre el río Besós en los términos municipales de Barcelona y Santa Coloma de Gramenet”. Luego de la reunión, el autor de este proyecto decide tener en cuenta esta propuesta como una alternativa más para el presente proyecto constructivo.

En el *Anejo 7. Estudio de alternativas 1A Fase* de este proyecto se puede ver el análisis de esta propuesta y su comparación con las demás alternativas.

5. SITUACIÓN

Este estudio trata sobre el análisis de alternativas para la construcción de una pasarela para peatones y bicicletas que se ubica sobre el río Besós, entre los términos municipales de Barcelona y Santa Coloma de Gramenet. El objeto de este estudio es el de conectar ambos municipios.

Los términos municipales afectados pertenecen a la comarca catalana del Barcelonés e integran en el Área Metropolitana de Barcelona (AMB), que alberga 36 municipios, que además cuenta con una población total de 3,2 millones de personas.

El ámbito de estudio se engloba los barrios del Bon Pastor y del Baró de Viver de Barcelona y, los barrios del Ravlla y Riu Sud de Santa Coloma de Gramenet.



Figura 9. Situación a nivel municipal del ámbito de estudio (Fuente: Elaboración propia).

6. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL

En este apartado se hace mención de la situación actual de la zona objeto de este estudio para llevar a cabo el mejor análisis posible y obtener una solución adecuada para la construcción de una nueva pasarela peatonal. Entre ello, se expone las infraestructuras existentes en la zona que salvan los barrios y municipios afectados por la discontinuidad e inaccesibilidad que ocasiona el río Besós.

6.1. Infraestructuras viarias existentes

Dentro de la gran concentración de infraestructuras viarias, se destacan aquellas que se encuentran alrededor del ámbito de este proyecto. En su mayoría, son puentes urbanos y de carretera, además de la presencia de una pasarela peatonal, y por lo general las calles que se encuentran en el entorno.

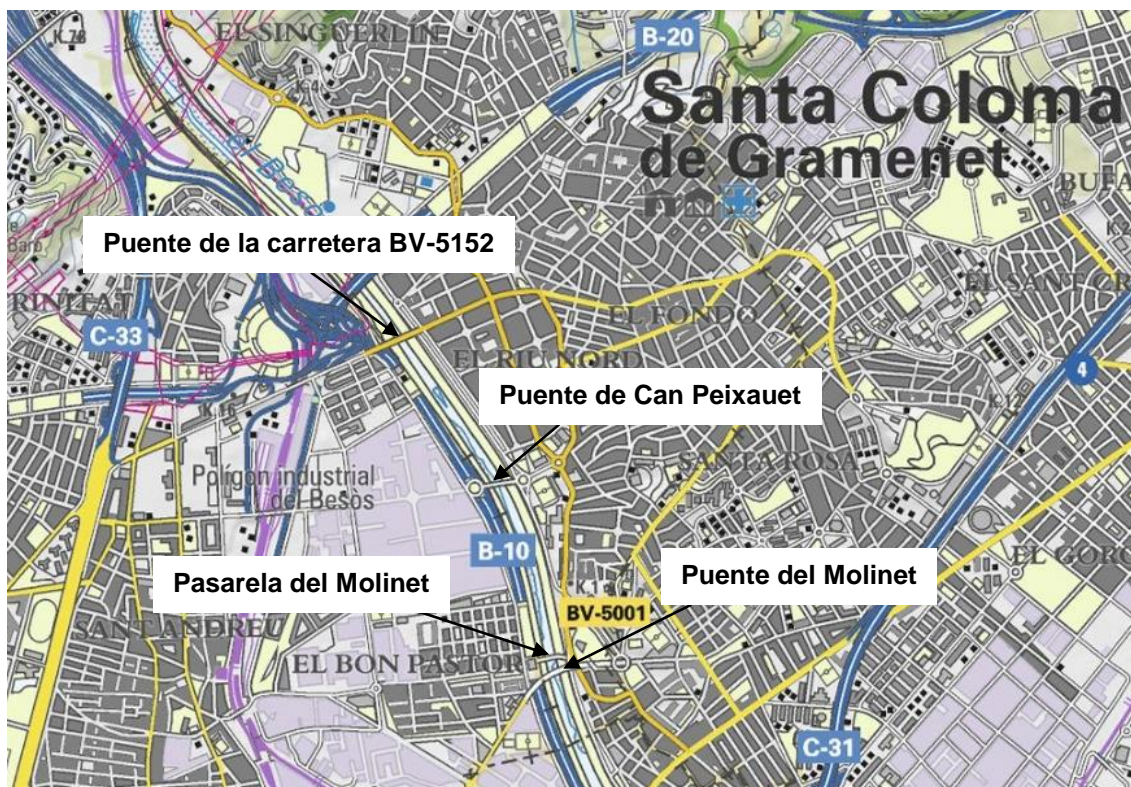


Figura 10. Infraestructuras viarias existentes (Fuente: Elaboración propia).

Estos puentes conectan algunos distritos de Barcelona con el municipio de Santa Coloma de Gramenet y son el puente de Can Peixauet, el puente de la carretera BV-5152, la pasarela peatonal del Molinet y el puente del Molinet.

Otra infraestructura viaria importante es la Ronda Litoral (B-10), que se asienta en el margen derecho del río, de manera paralela a este. La Ronda Litoral y la Ronda de Dalt forman *Las Rondas*, que es un cinturón viario de alta capacidad de la ciudad de Barcelona.

Todos estos puentes permiten el paso conjunto de peatones, ciclistas y de tránsito rodado, a excepción del puente del Molinet. Este es un puente considerado como de carretera o de autopista, que conecta el Polígono Industrial de Montsolís y la Plaça Salvador Dalí y por este no se permite la circulación de peatones ni de bicicletas.

Las calles paralelas a la Ronda Litoral (calle d'Arbeca, Passeig de Guayaquil y calle Vilella), se separan entre si por calles intermedias y ortogonales a estas destacando las más importantes como la calle de Sant Adrià, la calle de Lima, la calle del Puente de Potosí y la calle de Tucumán.

Por este lado del margen derecho existen equipamientos importantes, por ejemplo, el polígono industrial del Bon Pastor que se conforma como una amplia y basta zona de trabajo con la existencia de grandes casas de coches, existen equipamientos educativos y sanitarios, en este último caso el CAP del Bon Pastor, a la altura de la calle de Sant Adrià se encuentra el actual Mercado del Bon Pastor (actualmente en ejecución el nuevo mercado que se situará un poco más al oeste del actual).



Figura 11. Vista del puente del Molinet (Fuente: Mapio.net).

Actualmente la isla formada por las calles de Sant Adrià, de Arbeca, calle de la Ciutat d'Asunción y calle de Lima está en fase de ejecución de obras para la construcción de nuevos edificios y viviendas, así como la mejora urbana de la zona.

Finalmente, en el lado del margen izquierdo del río se encuentra el propio paseo de ribera que sirve para el paseo peatonal y de ciclistas. Además de manera paralela al río discurren la Avenida de la Generalitat y la Avenida Mossèn Josep Pons i Rabadà que rodean el actual Parque de el Molinet; discurre la calle de Besós y Passeig de la Salzereda, ambas vías separadas por la rotonda del Puente de Can Peixauet. En el caso del Passeig de la Salzereda, esta está dentro del grupo de carreteras municipales por lo que también se la puede llamar como carretera BV-5001.

El Passeig de la Salzereda también se corta a la altura del puente de Santa Coloma mediante la Avenida de Llorenç Serra. En este lado del río además se

encuentran importantes equipamientos como el Estadi Nou Municipal de Santa Coloma a la altura de Can Peixauet, el Hospital de l'Esperit Sant, Instituto Can Peixauet y supermercados como el Mercadona.

6.2. Infraestructuras ferroviarias existentes

De las infraestructuras ferroviarias, en el entorno del ámbito del proyecto existen dos líneas de ferrocarril metropolitano subterráneo, que son la línea L9 N (tramo norte) y la línea 10. Estas líneas cruzan por los barrios del Bon Pastor de Barcelona, y los barrios de El Raval y de Safarells de Santa Coloma.

A continuación, en el siguiente mapa se puede observar las estaciones cercanas al ámbito del presente proyecto:

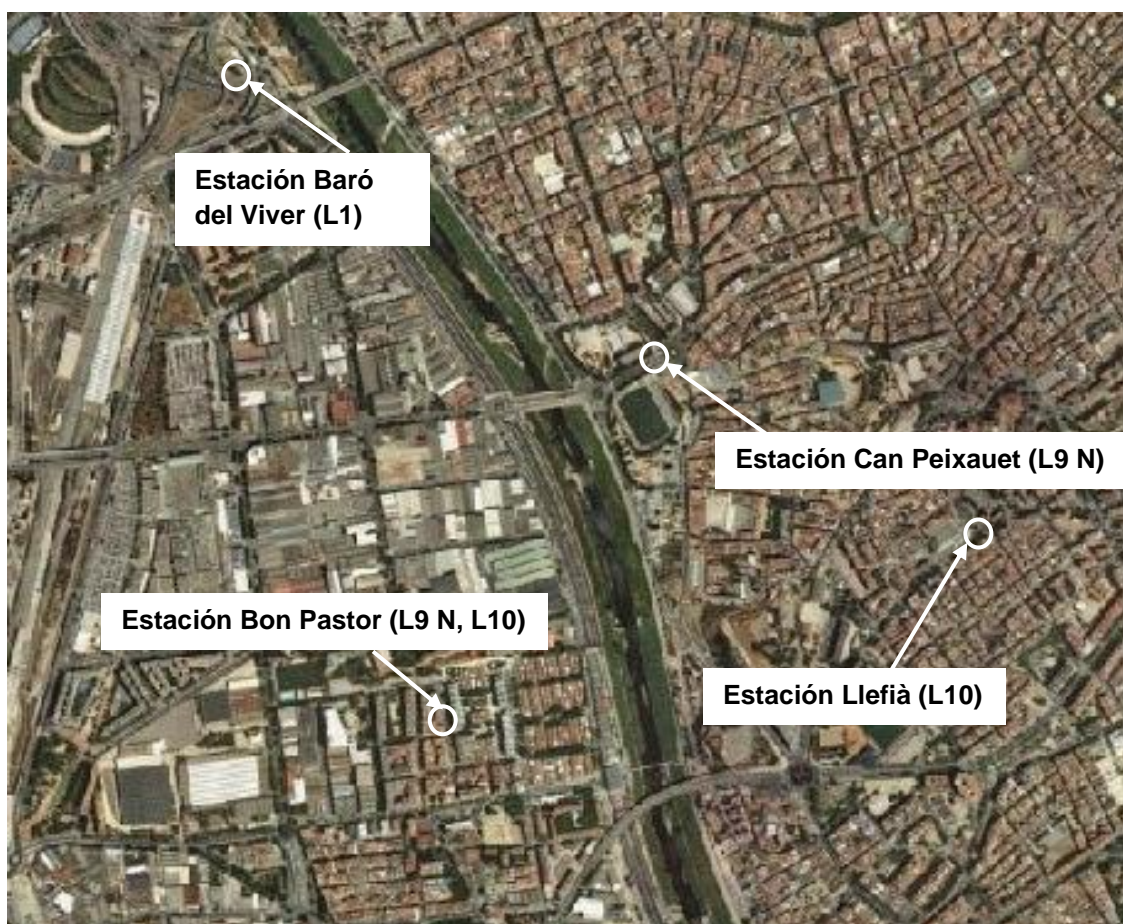


Figura 12. Estaciones de metro cercanas al ámbito de estudio (Fuente: Elaboración propia a partir de la ICGC).

7. RAZÓN DE SER DEL ESTUDIO

El objetivo básico de este estudio es el de conectar Barcelona con Santa Coloma de Gramenet mediante una pasarela de peatones y bicicletas.

El proyecto surge a partir de la problemática de cohesión y accesibilidad que se presenta actualmente en los barrios del río Besós. Algunos de los barrios afectados por la barrera física que representa el río Besós son objeto del presente estudio.

Una de las problemáticas que se presenta en este estudio es el de la conexión actual que ejerce la pasarela del Molinet. Esta conecta la cobertura de la Ronda Litoral con el paseo de ribera (cota +13 m) del margen izquierdo del río. Su conexión en este último caso con esta vereda dificulta el desplazamiento y acceso a la cota alta del barrio de Safaretjos (cota +29,15 m).



Figura 13. Acceso desde pasarela del Molinet al paseo de ribera del margen izquierdo del río (Fuente: Elaboración propia).

El problema que representa esta conexión es que para el acceso al parque del Molinet y el resto de los equipamientos se realiza mediante unas escaleras que no permiten el acceso a las personas de movilidad reducida debido a su gran altura y recorrido. O por lo contrario se necesita desplazarse unos 220 metros al norte (dirección montaña) para acceder al parque mediante la Avenida de la Generalitat o si es desde el mismo paseo de ribera se debe recorrer unos 350 metros para acceder a la parte alta mediante una subida en la vereda de la calle de Besós hacia la Avenida de la Generalitat.



Figura 14. Escaleras de acceso al parque del Molinet y cota alta de los barrios de El Raval y Safaretjos (Fuente: Elaboración propia).

Otro problema que presenta esta estructura es que única esta construida con un ancho de tablero inferior a 5 metros y pensado para el paso exclusivo de peatones. Aunque en la actualidad por esta pasarela también transitan bicicletas. Con el consecuente problema de acceso para los ciclistas al parque del Molinet, la Avenida de Mossèn Josep Pons i Rabadà y la zona alta del barrio de Safaretjos y el Raval.

Estos y otros factores más, como la cohesión territorial y la mejora de la accesibilidad precisan de la proyección de un nuevo puente peatonal y de bicicletas que conecte ambas ciudades de manera segura y eficiente para permitir el paso a la población de la zona.

El objeto general es salvar las grandes distancias entre los puentes existentes (en la zona de estudio) que rondan los 800 metros, así como el problema de accesibilidad que se presenta en algunos de ellos respecto a su ancho peatonal y creando una conexión entre Barcelona y los barrios de la periferia, estos últimos separados y abandonados por las actuaciones territoriales actuales.

7.1. Justificación y soluciones a la problemática actual

El presente proyecto pretende el estudio y la propuesta de una nueva pasarela sobre el río Besós que conecte Barcelona con Santa Coloma de Gramenet. Que se adapte a las necesidades actuales del tráfico y emplear los elementos de seguridad para los usuarios del puente que se encuentran estandarizados a través del marcado CE.

Los barrios a salvar por el puente peatonal no son los únicos afectados por la barrera física que supone el río Besós, sino que en toda la longitud del río existen varias poblaciones afectadas.

Con la realización de la pasarela ciclo-peatonal se intenta conseguir:

- Mejorar la conexión en los barrios del ámbito de estudio y asegurar una buena accesibilidad entre estos, buscando conseguir la máxima isotropía del territorio.
- Proporcionar a la pasarela de un mayor ancho para incorporar un carril bici con perspectiva a las nuevas redes de bicicletas que proponen el Plan de Movilidad de Barcelona y Santa Coloma en los próximos años para ambos barrios.
- Facilitar el acceso para personas de movilidad reducida eliminando barreras arquitectónicas con una plataforma de mayor anchura.
- Procurar su integración paisajística y ecológica en una zona dotada de espacio verde y el de corredor biológico, función que realiza el propio río Besós.
- Mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona, consiguiendo que sus desplazamientos a pie sean cortos y cómodos, y fomentar un menor uso del coche privado animando a los habitantes y trabajadores de la zona a desplazamientos en pie y en bicicleta para cruzar el río de un lado a otro.

- Reforzar y potenciar las interacciones entre ambos territorios, con lo que se consigue reforzar todo el conjunto y el carácter de unidad funcional.
- Asegurar la permeabilidad de la pasarela, evitando que esta no actúe como una barrera en el territorio.

Es fundamental que la pasarela sea un activo funcional y que permite la continuidad en el trayecto de los transeúntes de ambos barrios proporcionando un paso fluido y apacible. En la actualidad no existe ningún puente en la zona del ámbito de este proyecto. Por lo que el recorrido que toman los transeúntes de la zona para cruzar el río es mediante los puentes habilitados para ello.

Caso de la una nueva pasarela que conecte los barrios del Bon Pastor y el Raval:

Con la proyección de una nueva pasarela que conecte estos barrios, primero se tiene el caso de la pasarela peatonal del Molinet estaría a unos 250 metros dirección sur (mar), y que recibe un tráfico de más de 1.000 transeúntes y más de 100 ciclistas al día (según estudios de movilidad del plan de movilidad de los municipios afectados). Este puente exclusivo para peatones funciona de manera mixta dando acceso también a ciclistas, pero la anchura de la plataforma no es correcta y no corresponde con lo que marca la normativa vigente.

El siguiente puente que comunica ambos barrios está a 510 metros, en dirección norte (dirección montaña), da continuidad a la calle de Potosí y la salida 30 de la Ronda Litoral con la Avenida de Can Peixauet y a su vez con la zona más urbanizada y céntrica de Santa Coloma de Gramenet. Este puente permite el desplazamiento de más de 1.400 peatones y más de 400 ciclistas por día. A diferencia que el de la pasarela del Molinet, dispone de un ancho peatonal de 6 metros, con lo que si se permite el acceso para personas de movilidad reducida y peatones, ciclistas y peatones de manera conjunta y garantizando su perfecta convivencia.

La distancia entre ambos puentes y las dificultades que presenta la pasarela del Molinet respecto a su conexión con el barrio alto del Raval precisan la ubicación de una nueva pasarela para peatones y bicicletas entre estos dos puentes.

Por ello, este nuevo puente sería un eje de conexión de vital importancia entre ambos barrios permitiendo el acceso a zonas residenciales, polígono industrial del Bon

Pastor, y equipamientos públicos, deportivos y sanitarios en ambos márgenes del río Besós.



Figura 15. Conexión que facilitaría la nueva pasarela (Fuente: Elaboración propia).

Otras razones que justifican la proyección de una nueva pasarela es la integración total con las futuras propuestas planteadas en el Plan General y los planes de movilidad urbana de ambas ciudades.

En esta zona está prevista la realización de actuaciones propuestas en el Plan General Metropolitano. Dentro de estas actuaciones, se destacan el nuevo desarrollo urbanístico del barrio del Bon Pastor; mejora y adecuación de las calles colindantes a la cubierta del Bon Pastor donde se prevén la implantación de carriles de bicicletas; se dotará a esta misma cobertura de otra calificación urbanística, así como su futura reforma según el Plan de Barrios. En la Figura 16 y Figura 17 se pueden observar las obras que se están realizando como objeto de la creación de nuevas edificaciones en el barrio del Bon Pastor, cercano al ámbito de estudio.

En el barrio del Raval se prevé la ampliación del Hospital de l'Esperit Sant de Santa Coloma de Gramenet y la mejora urbanística de este lado del río, con la ampliación de edificaciones y nuevos equipamientos.



Figura 16. Zona de obras de nuevas edificaciones en el barrio del Bon Pastor, con fecha Noviembre 2018 (Fuente: Elaboración propia).



Figura 17. Cartel explicativo de las obras de nueva edificación, con fecha Noviembre 2018 (Fuente: Elaboración propia).

El *Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona (2013-2018)* expone que alrededor del 20-25% de los trabajadores del Polígono del Bon Pastor y del Centro Comercial de la Maquinista residen en Santa Coloma y Badalona. Por lo que se animaría a estos trabajadores a utilizar la nueva pasarela para utilizar el desplazamiento a pie y en bicicleta, fomentando de esta manera el uso de estos medios de transporte sostenible.

Con esta idea se daría utilidad a un lado de la cobertura actual que se encuentra en desuso y abandonado por los habitantes de la zona. En la siguiente imagen se observa su estado actual de abandono.



Figura 18. Estado actual de la zona prevista de conexión con nueva pasarela (Fuente: Elaboración propia).

Por último, otro objetivo es el de mejorar con la colocación de esta nueva pasarela el espacio natural y paisajista que representa el Parque Fluvial del Besós. Por ello, es importante que la nueva pasarela se integre y respete la idiosincrasia del lugar, una zona que cada vez coge más protagonismo por el aumento de las visitas que recibe no solo por los habitantes de la zona sino por turistas. Convertir este espacio en algo

emblemático de cara al futuro es otro condicionante a destacar en el diseño de la nueva pasarela.

Caso de una nueva pasarela que conecte los barrios del Baró de Viver y Riu Sud:

Esta es otra de las propuestas que se plantean en este estudio, que es el de conectar el barrio del Baró de Viver de Barcelona mediante la cobertura de la Ronda con el barrio del Riu Sud de Santa Coloma de Gramenet. A priori, en si la morfología de la zona no presenta problemas de conexión entre ambos barrios por el simple hecho de que se trata de dos zonas urbanizadas a casi el mismo nivel sobre el terreno.

En cuanto a la accesibilidad de peatones y ciclistas, de proyectarse una nueva pasarela en esta zona tendría a unos 700 metros dirección sur (aguas abajo del río) el puente de Can Peixauet que como se ha comentado anteriormente (entre todas sus características) permite un tráfico elevado de peatones y ciclistas.

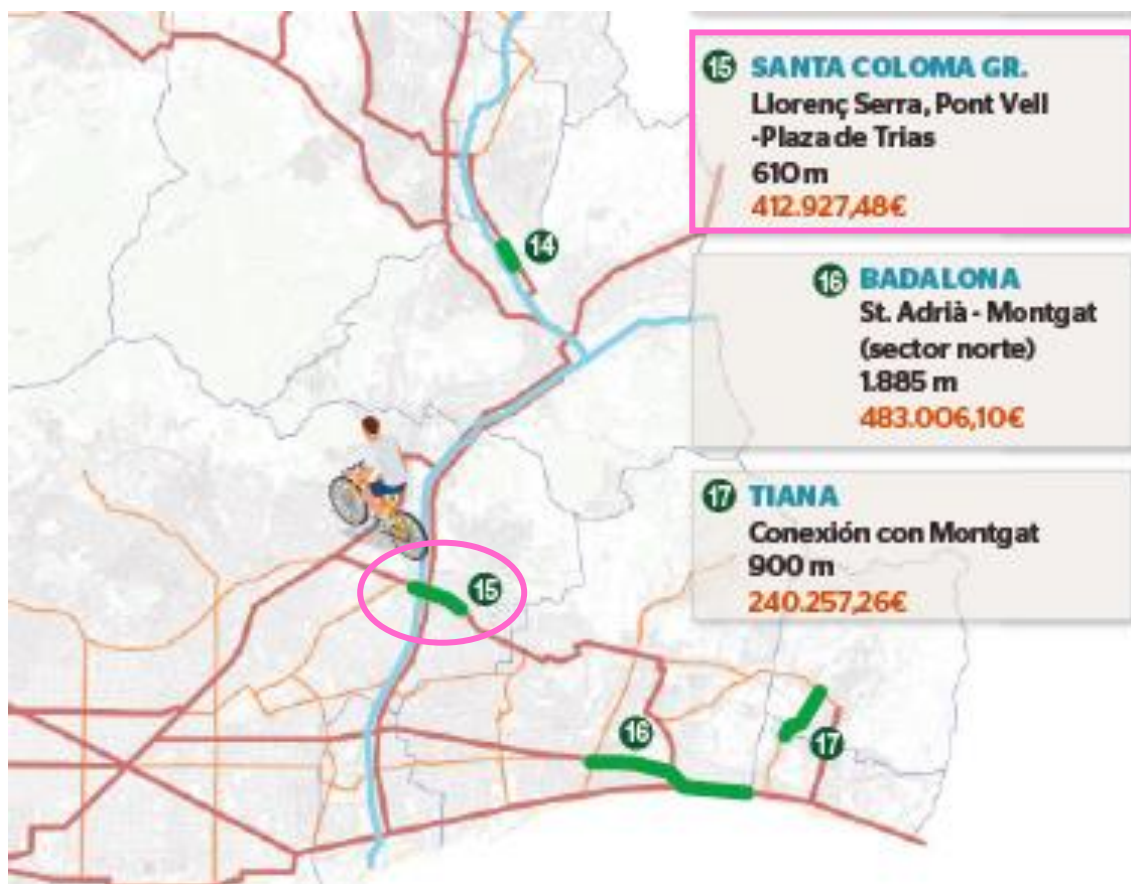


Figura 19. Nueva red de bicicletas propuesta por AMB. BiciVia (Fuente: El Periódico).

A unos 250 metros al norte se ubica el puente de Santa Coloma (o puente BV-5152) que conecta dos vías importantes en el recorrido de tránsito rodado, así como de peatones y ciclistas. En este puente se está previsto su ampliación del tablero para la implementación de nuevos carriles bici (ver Figura 19) con motivos de la propuesta de la “Xarxa Ciclable Metropolitana de Barcelona (BiciVia)” que pretende la conexión del Passeig de Santa Coloma con Passeig de Llorenç Serra creando un eje que permita la conexión de Barcelona con Santa Coloma con el uso de la bici como medio de transporte sostenible.

Cabe resaltar que la actual cobertura de la Ronda tiene una conexión con el Parque Fluvial del Besós y con el puente de la BV-5152 mediante unas rampas que permiten el recorrido continuo de peatones y su total accesibilidad desde el puente hacia la cobertura como el parque fluvial.



Figura 20. Rampas de acceso a puente de Passeig de Santa Coloma, paseo de ribera margen derecho del río y parque fluvial del Besós (Fuente: Elaboración propia).

Uno de los puntos débiles de esta propuesta podría ser la cercanía de la cobertura de la Ronda Litoral con el puente y su buena conexión mediante rampas accesibles. Así como también sucede en el margen izquierdo del río el mismo paseo de ribera tiene una conexión con una pequeña pasarela metálica con el mismo puente de Passeig de Santa Coloma.



Figura 21. Conexión de vereda del margen izquierdo del río mediante una rampa metálica con el puente Passeig de Santa Coloma (Fuente: Vissir ICGC).

Estos puntos de conexión y la buena accesibilidad a ambos lados del río hacen pensar en que no sería necesaria una nueva pasarela en esta zona. Aunque se propone de incluirla como una alternativa para el estudio de emplazamiento.

8. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO VIGENTE

8.1. Introducción

El ámbito de estudio se emplaza en el río Besós entre los términos municipales de Barcelona y Santa Coloma de Gramenet, viéndose afectados asimismo los terrenos de los barrios que conectaría la nueva pasarela.

A la hora de determinar las posibles afecciones se han tenido en cuenta los usos del suelo de las zonas próximas al ámbito de estudio, de manera que no resultasen afectados terrenos calificados como urbano o no urbano con algún tipo de protección, o suelos privados en las cuales se necesitase expropiar.

En este apartado se recogen todas aquellas figuras del planeamiento urbanístico, actualmente vigente, que afectan al uso y gestión del suelo en los términos municipales de Barcelona y Santa Coloma de Gramenet, además del propio río Besós.

El objetivo es informar sobre la situación urbanística y el planeamiento territorial que deben ser tenidos en cuenta a la hora de elaborar este estudio. No solo se tendrán en cuenta situaciones actuales, que pueden ser identificadas en cartografía o en campo, sino previsiones de situaciones futuras con las que la nueva estructura deberá convivir.

Del Plan General Metropolitano se tendrán en cuenta sus respectivas modificaciones desde su aprobación hasta la actualidad. Además, se consulta otros documentos urbanísticos importantes como los planes territoriales y los planes sectoriales vigentes.

8.2. Descripción de la actuación

La actuación definida en este proyecto consiste en una pasarela habilitada para el paso de peatones y de bicicletas que conecte los municipios de Barcelona Santa Coloma de Gramenet sobre el río Besós. Su conexión se plantea hacerlos utilizando las actuales coberturas de la Ronda Litoral para conectar con el margen izquierdo del río.

El diseño de una nueva pasarela en esta zona no está previsto en el planeamiento urbanístico vigente de ambos municipios, pero si es una propuesta que plantea el actual Consorcio del Besós y que forma parte de las acciones futuras a ejecutar en la zona.

La pasarela consiste en un puente de unos 120-142 metros de longitud aproximadamente, en el que se implementarían carriles habilitados para peatones de 3 metros de ancho y un carril bidireccional de bicicletas de 3 metros de ancho. Con lo que sin tener en cuenta la estructura de acompañamiento del tablero, el ancho de la plataforma sería de 6,35 metros.

Esta pasarela conectará dos barrios en el que se prevén reformas urbanísticas, desde distintas figuras de ordenación urbanística, en el entorno inmediato de la pasarela. El entorno urbano y su planeamiento condicionan la manera de analizar las propuestas.

A continuación, se expone con más detalle las actuaciones más importantes que se prevén en el suelo de ambos municipios.

8.3. Planeamiento urbanístico

8.3.1. Plan General Metropolitano (PGM, 1976)

Los municipios afectados, Barcelona y Santa Coloma de Gramenet, se rigen actualmente por el Plan General Metropolitano de Ordenación Urbana (PGOU). Este documento fue aprobado en el año 1976, el objeto del cual es la ordenación urbanística del territorio que integraba la anterior Entidad Municipal Metropolitana de Barcelona (EMMB) para impulsar la transformación social y urbana del territorio.

La planificación urbanística del territorio del Área Metropolitana de Barcelona se lleva a cabo mediante el plan general metropolitano, y por sus modificaciones puntuales del mismo en aquellos ámbitos en los que en el transcurso del tiempo ha requerido una nueva y actual planificación adecuada a las necesidades de la sociedad contemporánea. En suelo urbano el planeamiento urbanístico general se desarrolla mediante planes de mejora urbana y planes especiales urbanísticos.

Actualmente está en marcha la nueva redacción y aprobación del Plan Director Urbanístico (PDU) que propone AMB y que será un documento que sustituirá al actual planeamiento vigente. Por ello, el actual estudio estará basado en el PGM-76 y sus modificados, y el proyecto tiene como objetivo ser un catalizador para la necesaria modificación del mismo.

8.3.2. Clasificación del suelo

La clasificación del suelo constituye la división básica del suelo a efectos urbanísticos y determina los regímenes específicos de aprovechamiento y gestión. Según la realidad consolidada y el destino previsto por el Plan para las distintas áreas, dentro de las disposiciones legales, en nuestra área de estudio se distinguen las siguientes clases de suelo que se exponen a continuación:

- Suelo Urbano (SU)
 - o Suelo Urbano Consolidado
 - o Suelo Urbano No Consolidado
- Suelo no urbanizable
- Suelo Urbanizable
 - o Suelo Urbanizable Programado
 - o Suelo Urbanizable No Programado

Suelo Urbano

Según el Plan General y el Texto Refundido de la Ley de Urbano del Código de Urbanismo de Cataluña, el concepto de suelo urbano se atribuye a los terrenos que el planeamiento urbanístico incluye de manera expresa en esta clase de suelo porque, habiendo sido sometidos al proceso de integración en el tejido urbano, tienen todos los servicios urbanísticos básicos o bien son comprendidos en áreas consolidadas de edificación de al menos dos terceras partes de su superficie edificable.

El Plan distingue entre Suelo Urbano Consolidado (SUC) y No Consolidado (SUNC). La división del Suelo Urbano en Consolidado y No Consolidado se realiza atendiendo al grado de urbanización efectiva. Para el primero caso son aquellos terrenos por el que tienen o les falta (en menor proporción) la condición de solar y, en el segundo caso son aquellos terrenos sujetos por el planeamiento urbanístico a planes de mejora urbana.

Suelo No Urbanizable

Constituyen el Suelo No Urbanizable aquellos terrenos sometidos a algún régimen de protección de acuerdo con los planes territoriales o la legislación sectorial por razón de sus valores paisajísticos, históricos, ambientales, científicos o culturales, o en función de su sujeción a limitaciones para la protección del dominio público.

También son aquellos que el planeamiento urbanístico considere necesario para preservar su valor agrícola, forestal, ganadero o por sus riquezas naturales o aquellos que el plan considere inadecuados para su desarrollo urbano.

Suelo Urbanizable

Constituyen los terrenos que en el momento de la redacción del planeamiento urbanístico son rústicos (agrícolas, forestales, etc.) y que se quieren urbanizar. Y que una vez urbanizado pasa a tener la condición de suelo urbano.

El Plan General distingue entre Suelo Urbanizable Programado y No Programado. El suelo urbanizable programado se desarrolla mediante los Planes Parciales correspondientes a los distintos sectores delimitados.

8.3.3. Usos de suelo

En el ámbito del proyecto y su entorno más próximo, tal y como se muestra en el plano del planeamiento vigente adjunto en la documentación gráfica de este estudio, se encuentran los siguientes usos:

- Residencial
- Industrial
- Parques y jardines urbanos
- Equipamientos comunitarios y dotaciones
- Sistema viario básico
- Protección de sistemas generales

8.3.3.1. Ámbito 1: Zona Puente BV-5152 – Puente Can Peixauet

A continuación, se muestra en la siguiente imagen (ver Figura 22) la calificación urbanística vigente del suelo objeto de estudio de esta zona.

Como se puede observar en la zona existen distintos tipos de clasificación urbanística. De proyectarse una pasarela que conecte la actual cobertura de la Ronda Litoral en el barrio del Baró del Viver con el margen izquierdo del río, los terrenos afectados se clasifican en:

- Cobertura de la Ronda B-10: clasificado como suelo urbano de calificación 7b de equipamientos comunitarios y dotaciones.
- Ronda Litoral: clasificado como suelo urbano de calificación 9 de protección de sistemas generales (red viaria).
- Río Besós: clasificado como suelo no urbanizable de calificación SH correspondiente al sistema hidrográfico.

- Passeig de la Salzereda: Zona central clasificada como suelo urbano de calificación 6b* correspondiente a parques y jardines urbanos.



Figura 22. Calificación urbanística vigente del suelo objeto de estudio. Ámbito 1 (Fuente: Geoportal AMB).

Además, se observan que en el entorno próximo de la zona el suelo tiene una calificación urbanística diferente. En el polígono industrial del Bon Pastor se destaca su calificación como zona industrial (22a), la calificación de densificación urbana semi-intensiva (13b) de las viviendas del barrio Riu Sud o la de ordenación en volumetría específica (18) del barrio del Baró de Viver.

8.3.3.2. Ámbito 2: Zona Puente de Can Peixauet – Pasarela del Molinet

La otra propuesta plantea el diseño de una nueva pasarela que conecte el límite actual de la cobertura de la Ronda Litoral en el Bon Pastor con la Avenida de Mossen Josep Pons i Rabada del barrio del Raval.

La calificación urbanística del terreno posible a afectar es:

-

8.3.4. Relación de la pasarela con el planeamiento vigente

41

El terreno donde se emplaza la pasarela de este proyecto, en su mayoría, está clasificada como “Suelo Urbano”, con la excepción del Parque Fluvial del Besós en donde se atraviesa “Suelo No Urbanizable” con una calificación urbanística de Sistema Hidrográfico (SH). El Plan General no calificó el espacio del cauce del río Besós y que por diferentes leyes sectoriales estos espacios son de titularidad pública.

En el lado este de la pasarela, una parte del terreno del cruce entre la Avenida de la Generalitat y de Mossèn Josep Pons i Rabadà está catalogado como “Suelo Urbano No Consolidado”. En estos terrenos están en marcha los proyectos de urbanización del “*Pla director urbanístic de les Àrees Residencials Estratègiques de l'àmbit del Barcelonès*”, en concreto el área residencial estratégica ARE Safaretjos.

A continuación, se muestra la zona de emplazamiento de la pasarela con la clasificación del suelo:

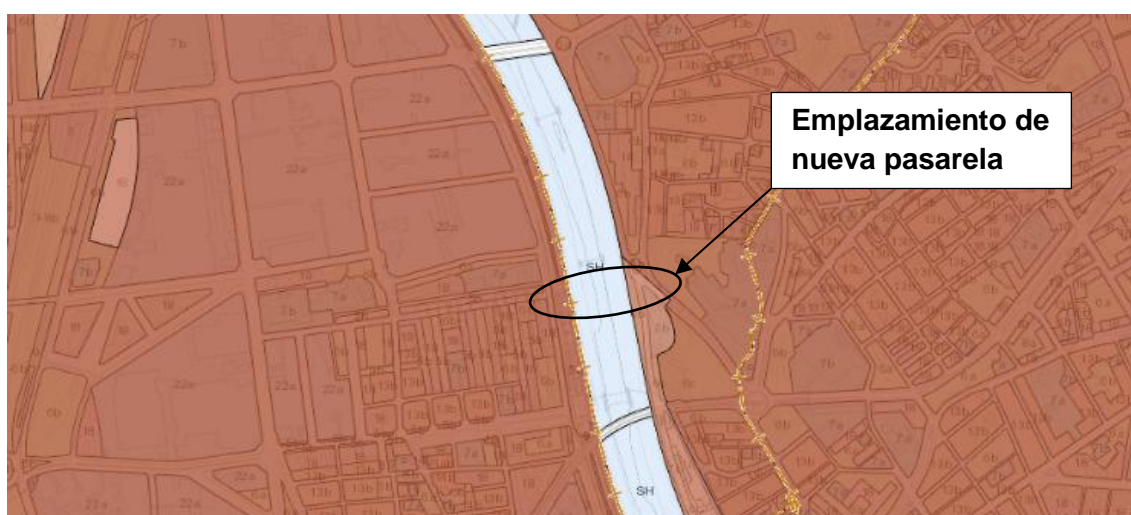


Figura 24. Clasificación del suelo (Fuente: Planejament urbanístic refós de AMB).

Classificació del sòl






	S.U.	Sòl urbà
	S.U.N.C.	Sòl Urbà No Consolidat
	S.U.D.	Sòl Urbanitzable Delimitat
	S.U.N.D.	Sòl Urbanitzable No Delimitat
	S.N.U.	Sòl No Urbanitzable

Figura 25. Lenda Clasificación del suelo (Fuente: AMB).

8.3.4.1. PDU ARE Safaretjos

El ámbito de actuación del *Pla Director Urbanístic de les Àrees Residencials Estratègiques de l'àmbit del "Barcelonès"* correspondiente al Área Residencial Estratégica de Safaretjos está situado al límite sud del término municipal de Santa Coloma de Gramenet.

Este sector queda limitado por la calle de Sant Joan y límite del término municipal a sudeste, por la avenida de la Generalitat y la vereda sin urbanizar del Parque del Molinet al este, la avenida de Mossèn Pons i Rabadà al nordeste, y la vereda del muro de contención que salva el desnivel existente entre el nivel urbano y el nivel del cauce del río Besòs al sudoeste.



Figura 26. Planeamiento propuesto y emplazamiento de la pasarela (Fuente: Generalitat de Catalunya).

El objetivo es desarrollar un ámbito de suelo residencial acompañado de servicios, urbanizado adecuadamente, para favorecer la implantación de viviendas de nueva planta con un alto porcentaje de protección, ordenando un fragmento de la ciudad permitiendo su integración en la estructura urbana del entorno.

Un tramo de la pasarela se encuentra incluido en el ámbito de actuación de este planeamiento urbanístico. Esta parte del ámbito está destinada al sistema de espacios

libres verdes públicos, por lo que se tendrá en cuenta las condiciones previstas en el mismo para su desarrollo.

8.3.4.2. MPGM polígon de les Cases Barates

El barrio de las Cases Barates del Bon Pastor se encuentra actualmente en proceso de transformación que se inició con la aprobación, el mayo de 2002, de la *Modificació del PGM al polígon de les Cases Barates del Bon Pastor*. El ámbito de este Plan está ubicado entre la calle d'Arbeca, la calle de Lima, la calle de la Ciutat d'Asunción y calle de Sant Adrià.

El objeto de este planeamiento es el de permitir, en las mejores condiciones posibles, la renovación total del actual barrio de las Cases Barates del Bon Pastor, debido a su grado de obsolescencia y a la imposibilidad de obtener un nivel de habitabilidad aceptable por la vía de la simple rehabilitación o mejor de las viviendas.

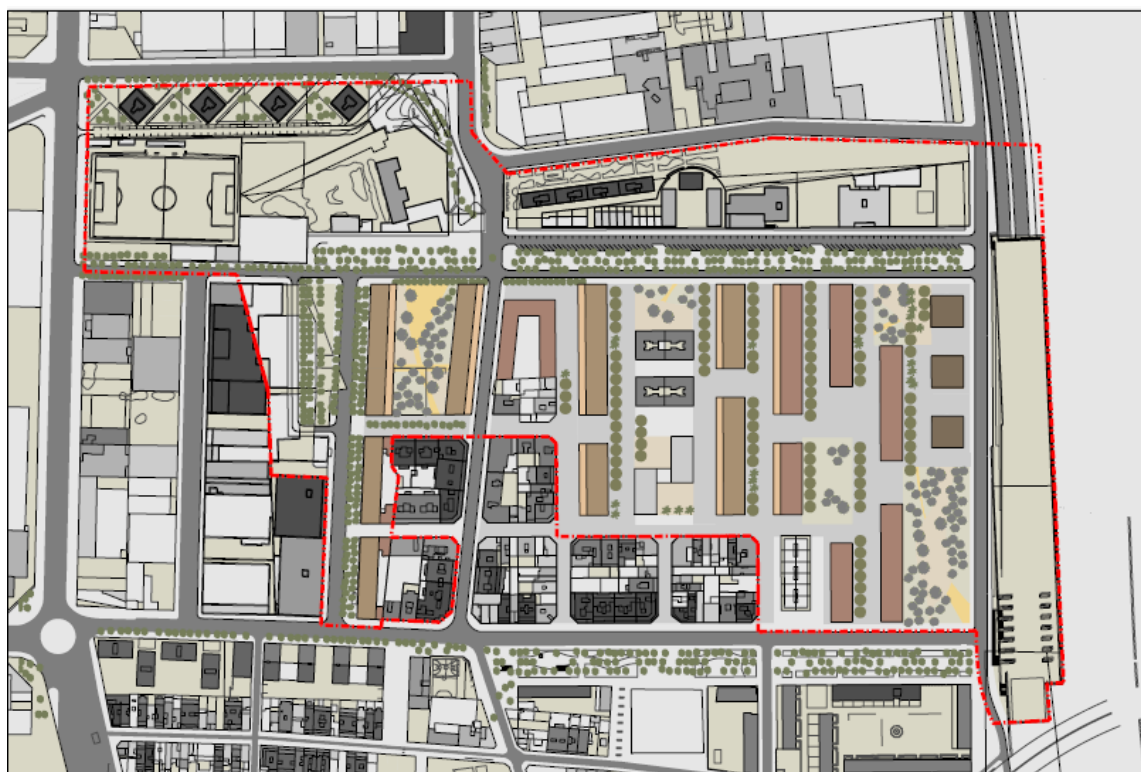


Figura 27. Ámbito del planeamiento propuesto (Fuente: Ayuntamiento de Barcelona).

Se prevé la construcción de un techo total destinado a viviendas, comercio y equipamientos de 106.854,28 m². Esta construcción se ha planteado en cinco fases, de

las cuales se han ejecutado las edificaciones previstas de las dos primeras fases y los demás se encuentran en proceso de ejecución.

La nueva pasarela conectaría con la cubierta del Bon Pastor que está incluida dentro del ámbito de este planeamiento urbanístico. Pero en el que no se llevará a cabo ningún tipo de actuación, por lo que no será necesario tener en cuenta las condiciones previstas del planeamiento para su desarrollo.

A continuación, se muestra la situación actual de la zona:



Figura 28. 4a Fase de ejecución de nuevas edificaciones en el barrio de Les Cases Barates, con fecha Noviembre 2018 (Fuente: Elaboración propia).

8.3.4.3. Otras actuaciones urbanísticas del Plan General

La justificación de colocar la pasarela en el emplazamiento determinado por este estudio se basa también en la transformación urbanística, a corto y medio plazo, de los barrios del Bon Pastor y del Raval. Además de las actuaciones previstas por el Plan en las inmediaciones de la pasarela y que se comentaron en los apartados anteriores,

existen otras actuaciones pendientes por el Plan General que es conveniente su mención en este proyecto.

La conexión directa desde el barrio del Bon Pastor hasta la Avenida de la Generalitat del barrio del Raval, permite un desplazamiento fácil y accesible a la cota alta de este barrio donde se destaca la presencia cercana del Hospital Supramunicipal de l'Esperit Sant y la zona residencial. Por un lado, el Plan prevé la implantación de nuevos equipamientos sanitarios y comunitarios en los terrenos del hospital, así como la rehabilitación de algunos pabellones.

Y por el otro lado, el aumento de edificabilidad con la construcción de nuevos bloques de edificios, la mayoría de ellos de protección pública previstos en la *Modificació del PGM a l'àmbit del Front Fluvial del Raval per la concreció del règim de protecció dels habitatges*, aprobado en el año 2010.



Figura 29. Propuesta Planeamiento vigente nuevos edificios (Fuente: Ayuntamiento de Santa Coloma de Gramenet).



Figura 30. Situación actual del planeamiento vigente de la construcción de nuevos bloques de edificios (Fuente: Elaboración propia a partir de ortofoto de ICGC).

Estas actuaciones atraerán a los vecinos del barrio del Bon Pastor a el Raval, donde la mayoría hacen uso del hospital y el interés por los nuevos equipamientos de carácter social. El aumento de edificabilidad propiciará al aumento de habitantes en la zona lo cual se asegura que estos puedan utilizar la pasarela para su desplazamiento al otro lado del río.

8.3.4.4. Actuaciones definidas por el PDI y el PTMB

Permitir una cohesión real entre las infraestructuras hidráulicas y viarias con el proyecto de mejora urbana de la ciudad es una función que debe cumplir la pasarela de este proyecto.

El Plan Director de Infraestructuras del Transporte Publico de la región metropolitana de Barcelona (PDI, 2011-2020) y el Plan Territorial Metropolitano de Barcelona (PTMB, 2010-2026) prevé en una de sus propuestas, a corto plazo, la conexión entre Sant Adrià de Besòs y Santa Coloma mediante una nueva plataforma

reservada para bus que recorrerá las vías principales del margen izquierdo del río Besós.

Esta propuesta se encuentra actualmente en proceso de redacción del proyecto básico. Una de las vías principales afectadas por esta propuesta es la Avenida de la Generalitat, que es por donde se implementará esta plataforma reservada de bus.

Esto conllevaría a que la pasarela, además de poder incorporar una red principal de peatones y de bicicletas, se interconecte con el importante foco de movilidad que presentaría la inclusión de este transporte público colectivo, ubicado a escasos 30 metros de esta. Además, se potencia el efecto malla que generaría esta propuesta gracias al intercambio con las líneas 1, 2, 9 y 10 de metro, el Trambesòs y la línea R1 de Rodalies.

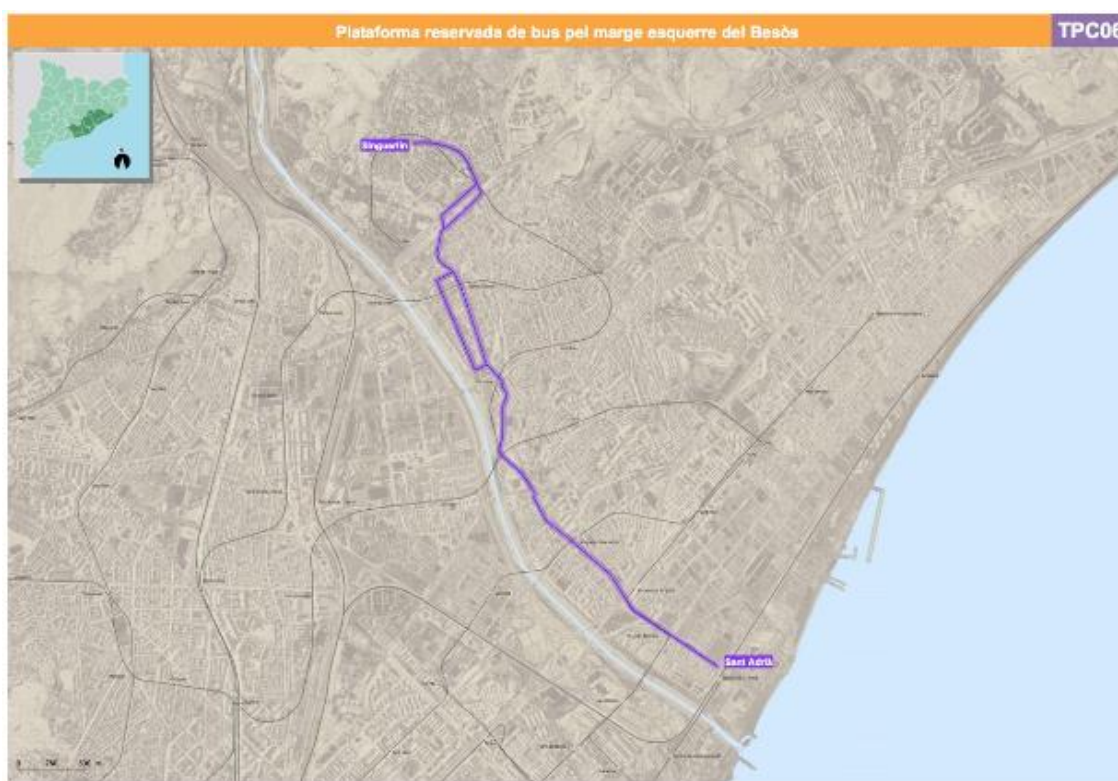


Figura 31. Propuesta TPC06 Plataforma reservada para bus según el PDI (Fuente: ATM).

8.4. Disponibilidad del terreno u ocupaciones temporales

La nueva pasarela objeto del presente estudio se desarrolla dentro de terrenos de dominio público. No se produce ninguna afección a ninguna propiedad privada.

No se produce, por tanto, ninguna expropiación. No se prevé, por tanto, ningún coste económico por expropiaciones, restitución de derechos reales y servidumbres, dado la titularidad exclusivamente pública de los terrenos donde se desarrolla la obra proyectada.

8.5. Consideraciones finales

Con la revisión del planeamiento urbanístico vigente en el tramo donde se ubica la pasarela y en sus inmediaciones, se llega a la conclusión de que en dicha zona se producirá una importante transformación urbanística. Desde la construcción de nuevas viviendas y equipamientos, hasta la implantación de redes de transporte sostenible como las redes principales y secundarias de bicicleta y transporte público colectivo. Es preciso comentar que el Área Metropolitana de Barcelona (AMB) se encarga de la creación de la *Xarxa Ciclable a l'àrea metropolitana de Barcelona*, donde se prevé la implantación de nuevas redes principales y secundarias de bicicletas cercanos al emplazamiento de la pasarela.

Todos estos agentes y la construcción de la pasarela mejorarían la cohesión territorial entre los barrios del Bon Pastor y el Raval, disminuyendo así el carácter marginal de este último producto de la barrera física y aislante que provoca el río Besòs sobre las ciudades de la periferia.

No se produce ningún tipo de afectación sobre el planeamiento urbanístico vigente, salvo en el caso de la creación de espacio verde en el lado este de la pasarela. Se considera las actuaciones previstas en este último caso con el propósito de no verse afectadas por el proceso constructivo de la nueva pasarela.

Por último, cabe señalar que los terrenos en el que se emplaza la pasarela y sus inmediaciones que estarán ocupadas durante el proceso constructivo, son de titularidad pública y no será necesario ningún trámite ni documentación correspondiente a una expropiación u ocupación temporal de suelo privado.

8.6. Planos del planeamiento vigente

En la documentación gráfica de este estudio se adjunta el plano "Planejament Urbanístic" relativo a esta zona, extraído del geoportal del planeamiento urbanístico del AMB.

9. PROPUESTA GLOBAL

Este estudio propone alternativas y una solución final para la futura proyección de una pasarela de peatones y bicicletas para formar otro itinerario mas de desplazamiento a pie y en bicicleta de los habitantes de la zona. Además de fomentar el uso de estos modos sostenibles cumpliendo con uno de los objetivos que se enmarca el actual plan de movilidad urbana de ambos municipios.

Se proponen dos alternativas para la ubicación de la futura pasarela: el primero es una propuesta hecha por el Consorcio del Besós y esta formado por la conexión de la cobertura de la Ronda Litoral, del Bon Pastor, con la Avenida de Mossen Josep Pons i Rabada del margen izquierdo del río; y el segundo es un propuesta hecha por el autor de este proyecto que considero una conexión entre el barrio Baró de Viver con Santa Coloma mediante una pasarela de peatones y bicicletas conectando la actual cobertura de la Ronda con el margen izquierdo del río.

Las estrategias y el análisis de ambas propuestas se han hecho por igual en ambos casos, analizando los puntos mas importantes como el tráfico, la funcionalidad, la movilidad en la zona, la necesidad, etc.

Finalmente, después de escoger el emplazamiento adecuado se ha propuesto otra serie de alternativas para la concepción estructural del puente. Es decir, se ha estudiado que tipología de puente encajaría muy bien en la zona realizando un estudio exhaustivo de todos los condicionantes posibles para buscar la solución idónea.

9.1. Análisis de alternativas: Emplazamiento

En los términos municipales de Barcelona y Santa Coloma de Gramenet se propone conectar ambos municipios mediante una nueva pasarela peatonal y de bicicletas sobre el río Besós.

Se analizaron dos puntos que podrían ser objeto de estudio para el futuro emplazamiento de la nueva pasarela. La razón de proponer únicamente dos alternativas se debe al caso de aprovechar las coberturas actuales de la Ronda Litoral para conectar la nueva estructura con el otro lado del río.

En este último caso, no se ha optado por diseñar una pasarela que cruce la Ronda dado que se piensa que en los próximos años se pueda prever construir mas coberturas o ampliar las coberturas existentes en toda la longitud de la Ronda Litoral con vistas a ganar mas espacio en el territorio urbano.

Por ello, a continuación, se describen las dos alternativas para el emplazamiento de la nueva pasarela.

♦ Alternativa 1: Conexión Bon Pastor – El Raval

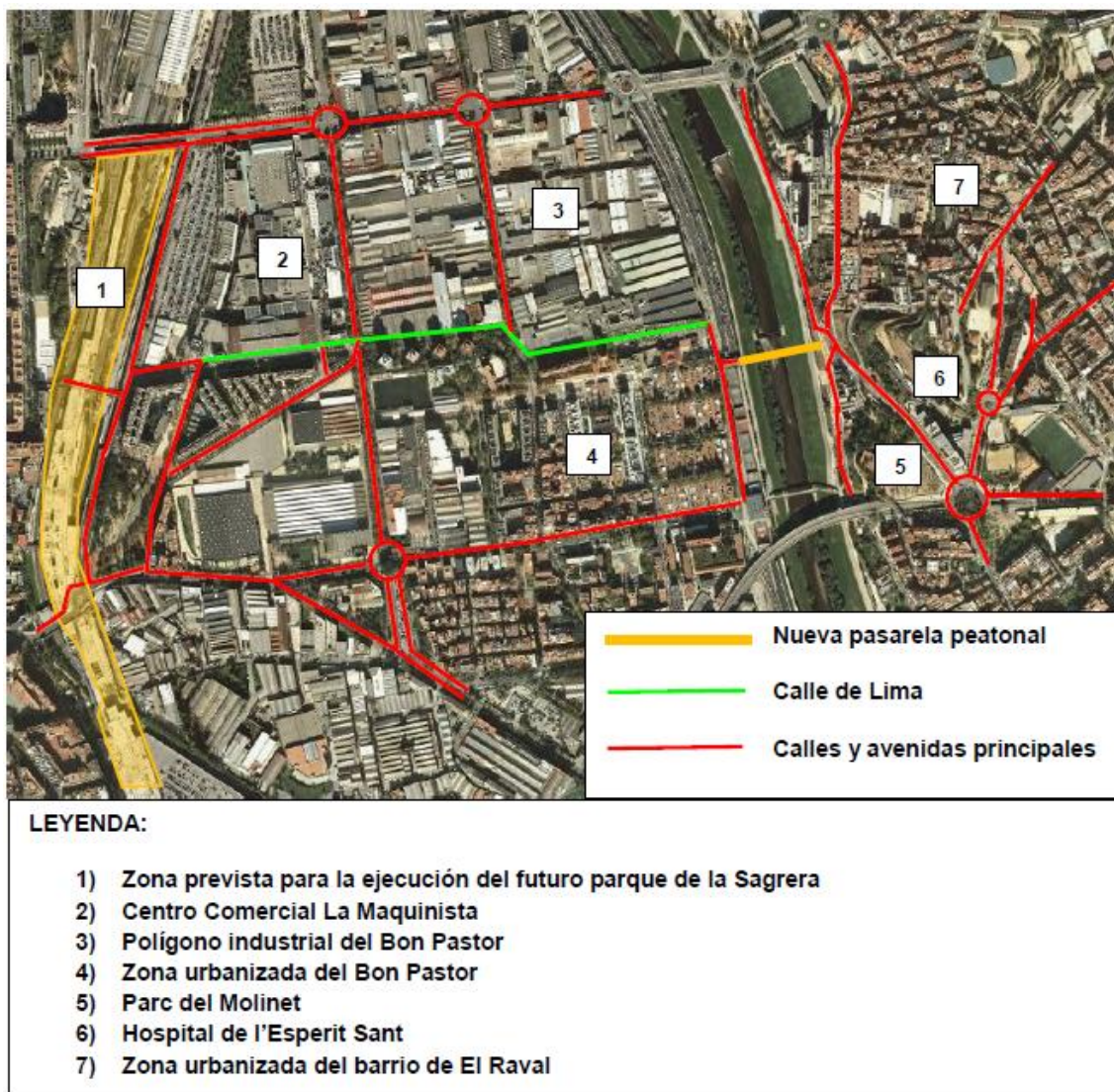


Figura 32. Propuesta de emplazamiento 1 (Fuente: Elaboración propia).

Esta alternativa conectaría el límite actual de la cobertura de la Ronda Litoral del Bon Pastor, con la Avenida de Mossèn Josep Pons i Rabadà del margen izquierdo del río.

Como se puede ver en este plano, la pasarela formaría parte de un gran eje de conexión entre importantes equipamientos de la zona.

El eje que formaría la pasarela conectaría del lado de Barcelona, mediante la calle de Lima (que se prevé reformas urbanísticas) como eje de conexión principal con las calles principales (en la mayoría de los casos habilitados con carriles bici) del barrio del Bon Pastor, con zona urbanizada del barrio donde se prevé y está en marcha obras de remodelación urbana (construcción de nuevos bloques de edificios, mejora de calles, ect), además conectaría con el polígono industrial del Bon Pastor, el central comercial de la Maquinista y el futuro parque de la Sagrera.

Por el lado de Santa Coloma, esta pasarela conectaría con la Avenida de la Generalitat que conforma un tramo muy extenso que enlaza los barrios de El Raval y Safaretjos, se conectaría con la calle Besós que permite su acceso a equipamientos como supermercados y campo de futbol, conexión con la Avenida Mossèn Josep Pons i Rabadà que conecta a su vez con el Hospital de l'Espèrit Sant, Plaça de Salvador Dalí y Badalona.

♦ Alternativa 2: Conexión Baró del Viver – Riu Sud

Esta alternativa conecta el límite actual de la cobertura de la Ronda Litoral del Baró del Viver con el paseo de ribera del margen izquierdo del río Besós.

Como se puede ver en el siguiente plano esta nueva pasarela pasaría a formar parte de un eje importante de conexión dado que conecta dos zonas urbanizadas.

En el lado de Barcelona conectaría con el barrio del Baró de Viver, calles principales (algunos de ellos habilitados con carriles bici), conecta con el polígono industrial del Bon Pastor que es una importante zona de trabajo con grandes empresas y, cerca de esta conexión se enlazaría con el Passeig de Santa Coloma donde se prevé la implantación de nuevos carriles bici como parte de la propuesta de la AMB en su plan llamado "BiciVia (futura red ciclable metropolitana)".

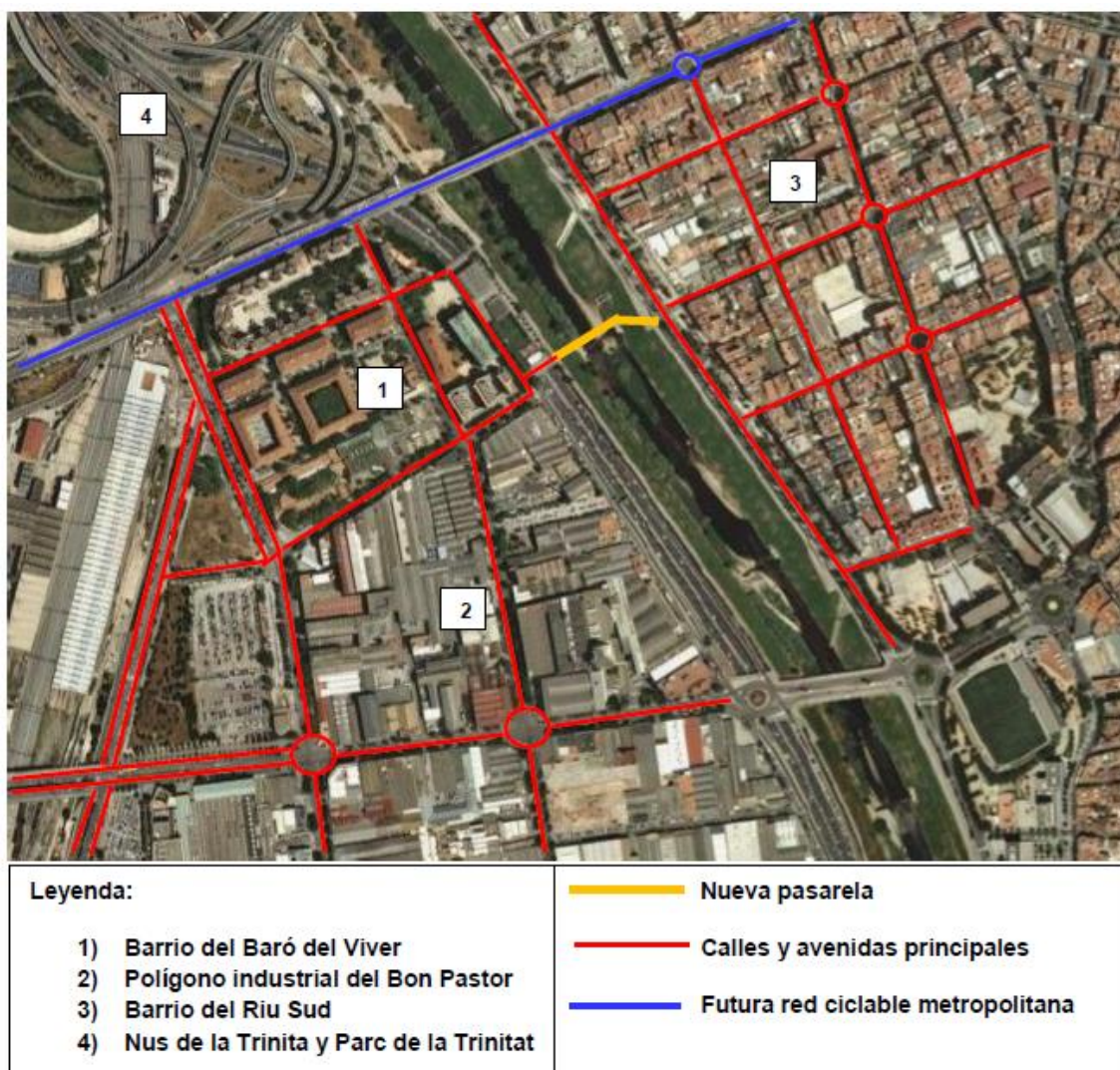


Figura 33. Propuesta de emplazamiento 2 (Fuente: Elaboración propia).

En el lado de Santa Coloma la pasarela conectaría con la vereda del margen izquierdo del río, que a su vez es la vereda que forma parte del Passeig de la Salzereda (o carretera de la BV-5001) que es un eje que conecta los puentes de Can Peixauet y el de Passeig de Santa Coloma, además tendría una conexión directa con la calle Francesc Moragues. Al norte se conectaría con el actual puente de Passeig de Santa Coloma donde se prevé la implantación de futuros carriles bici como parte de la nueva red de la AMB (plan BiciVia). Este eje de conexión de la nueva red de bici conectaría con el centro del municipio de Santa Coloma mediante el Passeig de Llorenç Serra.

Una vez presentado ambas alternativas se lleva a cabo su estudio mediante un análisis multicriterio donde se ha basado la viabilidad de la alternativa mediante una

serie de condicionantes. En el *Anejo 7. Estudio de alternativas 1A Fase* se muestra un desarrollo mas completo de este estudio multicriterio.

Los condicionantes que se han tenido en cuenta para este análisis son:

- **Condicionante funcional:** Se pretende medir con esta opción la funcionalidad de la futura pasarela, valorando en mayor o menor medida aquellas alternativas que faciliten el desplazamiento a pie y en bicicleta a los usuarios de la zona, así como la importancia y el uso que le den estos a la infraestructura. Este condicionante la conforman 3 criterios:
 - **Tráfico captado:** con este criterio se valora que la futura infraestructura sea capaz de movilizar el mayor número posible de peatones y ciclistas para garantizar su funcionalidad, permitiendo esta accesibilidad mediante la supresión de barreras arquitectónicas.
 - **Ahorro de distancia recorrida:** Con este criterio se valora el tiempo que tardarían los habitantes de la zona en desplazarse a un puente cercano desde la situación de la pasarela.
 - **Interacción con el entorno urbanístico y accesibilidad:** Con este criterio se estudia la alternativa que beneficie mas al desarrollo territorial – urbanístico de la zona por la que se emplaza. Además de garantizar una buena accesibilidad.
- **Condicionante de seguridad estructural:** Se estudia la seguridad de la nueva estructura, sobre todo en el sentido del entorno físico donde se emplaza como son la geología del terreno y la inundabilidad del río Besós. Este condicionante la conforman dos criterios.
 - **Calidad de trazado:** Se valora el trazado de la nueva infraestructura, evaluando su pendiente (longitudinal y transversal), los gálibos estrictos a respetar, etc.
 - **Hidráulica:** Se estudia la seguridad que pueda transmitir la pasarela ante un caso de una avenida del río con un elevado nivel del agua. Hay que resaltar que el río Besós tiene un carácter torrencial y un régimen hidrológico muy irregular.
- **Condicionante económico:** Se evalúa el coste total que podría tener la nueva infraestructura, incluyendo costes de mantenimiento.

- **Condicionante constructivo:** Se estudia la dificultad de ejecución de la nueva pasarela atendiendo a la morfología y condicionantes geográficos de la zona. En este caso se analiza a nivel general su facilidad de albergar maquinarias y materiales de obra en el Parque Fluvial del Besós. Además, se valora la siniestralidad de la ejecución de la nueva infraestructura a fin de evitar accidentes del propio personal y a terceros.
- **Condicionante ambiental:** Se estudia la alternativa que pueda producir el menor impacto o acción sobre el entorno natural del río.

Una vez presentado los condicionantes para el estudio de alternativas, se presenta en el siguiente cuadro la ponderación de cada condicionante y sus criterios con las que se ha establecido esta metodología para obtener la solución óptima.

CONDICIONANTES	PESO (%)
Funcional	
Tráfico captado	50%
Ahorro distancia recorrida	10%
Interacción con el entorno	40%
Ponderación funcionalidad	35%
Seguridad estructural	
Calidad de trazado	55%
Hidráulica	45%
Ponderación Seguridad estructural	20%
Económico	
Coste económico	
Ponderación Económico	20%
Constructivo	
Facilidad Constructiva	
Ponderación Constructivo	10%
Ambiental	
Impacto ambiental	
Ponderación Ambiental	15%
Puntuación final	

Tabla 4. Ponderación de los condicionantes para el estudio de emplazamiento (Fuente: Elaboración propia).

Como se puede ver en este cuadro se calificado con mayor importancia el condicionante de funcionalidad dado que es importante para la viabilidad de la nueva

estructura. Interesa una pasarela que se utilice diariamente para justificar su construcción.

La metodología que se ha seguido para calificar las alternativas ha sido mediante una puntuación del 0 a 1, evaluando con 1 a la mejor alternativa y con 0 a la peor de las alternativas.

Los resultados que se obtuvieron en este estudio son los siguientes:

CONDICIONANTES	PESO (%)	ALTERNATIVAS	
		1	2
Funcional			
Tráfico captado	50%	0,90	0,80
Ahorro distancia recorrida	10%	0,80	0,80
Interacción con el entorno	40%	1	0,75
Ponderación funcionalidad	35%	32,55	27,30
Seguridad estructural			
Calidad de trazado	55%	1,00	0,80
Hidráulica	45%	0,50	0,50
Ponderación Seguridad estructural	20%	15,5	13,30
Económico			
Coste económico		0,90	1,00
Ponderación Económico	20%	18	20
Constructivo			
Facilidad Constructiva		0,70	0,80
Ponderación Constructivo	10%	7,00	8,00
Ambiental			
Impacto ambiental		0,5	0,5
Ponderación Ambiental	15%	7,50	7,50
Puntuación final		80,55	76,10

Tabla 5. Resultados del estudio de emplazamiento (Fuente: Elaboración propia).

Tras el estudio de alternativas para el emplazamiento de la nueva pasarela se llega a la conclusión de que la Alternativa 1.

Esta solución corresponde a la conexión entre el Bon Pastor y el barrio de El Raval mediante una pasarela habilitada para peatones y bicicletas que conecte la actual cobertura de la Ronda Litoral con la Avenida de Mossèn Josep Pons i Rabadà.

Con esta solución, que además ha estado propuesta por el Consorcio del Besós en una de sus acciones de su Agenda Besós, se prosigue al estudio de diferentes alternativas para la concepción estructural de la nueva pasarela evaluando la tipología adecuada que se integre en el entorno donde se emplaza esta.

A continuación se describen los siguientes puntos a tener en cuenta de esta solución:

- Conecta los barrios del Bon Pastor y la zona alta del barrio de El Raval, convirtiendo a la pasarela en gran eje de conexión entre ambos municipios y proporcionando un acceso muy bueno a los principales equipamientos de la zona, zonas residenciales, zonas de trabajo permitiendo que el flujo de personas sea importante y sea parte del itinerario principal de transeúntes y ciclistas.
- Cerca de la pasarela en ambos lados del río, en las conexiones con ambos barrios, existen paradas de autobuses que comunican varios distritos de Barcelona, barrios de Santa Coloma y otros municipios próximos como Sant Adrià del Besòs y Badalona. Con esto se promueve el uso del transporte público que es un medio de transporte sostenible.
- Su emplazamiento cercano al polígono industrial del Bon Pastor y a equipamientos como el instituto público Cristòfol Colom y el CAP del Bon Pastor, animaría a los trabajadores de la zona a usar la pasarela como medio de comunicación hacia sus viviendas ubicadas en Santa Coloma y otros municipios de la periferia.
- Convierte a la calle de Lima en un gran eje de conexión que une el futuro parque de la Sagrera, el centro comercial la Maquinista, el polígono industrial del Bon Pastor con el margen izquierdo del río.
- En cuanto al presupuesto estimado, dependiendo de la solución estructural y el proceso constructivo se podrían obtener diferentes presupuestos. El Consorcio del Besós juntamente con otras entidades públicas como AMB y las administraciones competentes de la zona han estimado un presupuesto de

1.800.000 €. Esto podría ser un condicionante a la hora de evaluar la tipología de materiales para la construcción de la nueva pasarela.

9.2. Análisis de alternativas: Diseño estructural

Se estudiaron diferentes tipologías de construcción de puentes, mayormente los puentes y pasarelas construidos en la actualidad. En base a este estudio se han determinado tres tipologías de puentes idóneas para caracterizar estructuralmente a la nueva pasarela.

Estas tres tipologías son: puente recto, puente arco con tablero inferior y puente extradosado. En base a estas tres tipologías se ha diseñado el tipo de tablero, la posición de las pilas y estribos y el proceso constructivo idóneo acorde a la zona donde se emplaza la nueva infraestructura. Este estudio se puede ver con más detalle en el *Anejo 8. Estudio de alternativas 2A Fase* de este proyecto.

Como se puede ver en este anejo, las alternativas han sido diseñadas en base a criterios expuestos en libros especializados en puentes, normativas vigentes, etc.

La determinación del canto, las luces, la tipología del material del tablero, pilas, estribos y complementos de la estructura (arco o tirantes) se ha realizado en base a los puentes y pasarelas construidos en la actualidad. Con esto se obtuvieron soluciones aproximadas para poder evaluarlas en todos sus aspectos, además de que este proyecto se basa en un estudio de alternativas por lo que las propuestas son aproximadas, dado que en el caso real y dependiendo de la elección del proyectista pueden variar algunos aspectos de estas propuestas.

Se descartaron soluciones como pasarela de tipología puente pórtico dado que se necesita de un terreno resistente, ya que en el caso que nos ocupa el estrato superficial es de material relleno que es un material con poca capacidad admisible de trabajo.

A continuación se presentan las 3 alternativas propuestas para el diseño estructural de la nueva pasarela:

♦ Alternativa 1: Pasarela de viga continua

Esta solución se trata de una pasarela de tipología a puente recto de viga continua de tres vanos de 35,15 + 53,5 + 53,5 metros. El tablero es canto variable de sección mixta formada por una viga cajón metálica y una losa superior de hormigón armado.

El tablero es de canto variable con un canto de 1,70 m en la zona de apoyos y 1,00 en el centro del vano. La curva de transición entre estos dos cantos es de 2º grado para dar un cambio de curvatura suave. Este se sujeta sobre el terreno mediante dos pilas intermedias y dos estribos conectados mediante unos aparatos de apoyo de neopreno (o POT).

La anchura total del tablero es de 6,35 metros; donde se ha separado una zona de 3 metros para el paso de peatones, un carril de circulación por sentido para ciclistas de 1 metro de ancho, un resguardo lateral de 0,50 metros para evitar el choque de los ciclistas con las barandillas. Se separa ambos itinerarios mediante un separador vial de 0,15 metros de ancho para evitar el choque entre transeúntes y ciclistas y favorecer el recorrido a las personas con dificultad de visión.

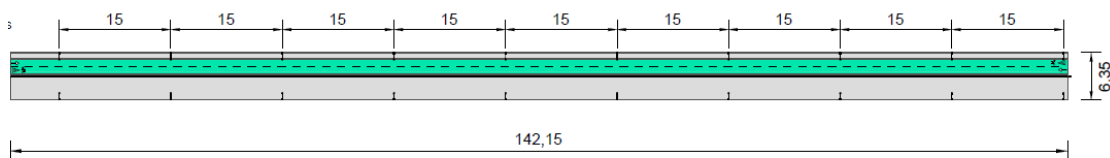


Figura 34. Representación gráfica de la plataforma de la pasarela. Alternativa 1 (Fuente: Elaboración propia).

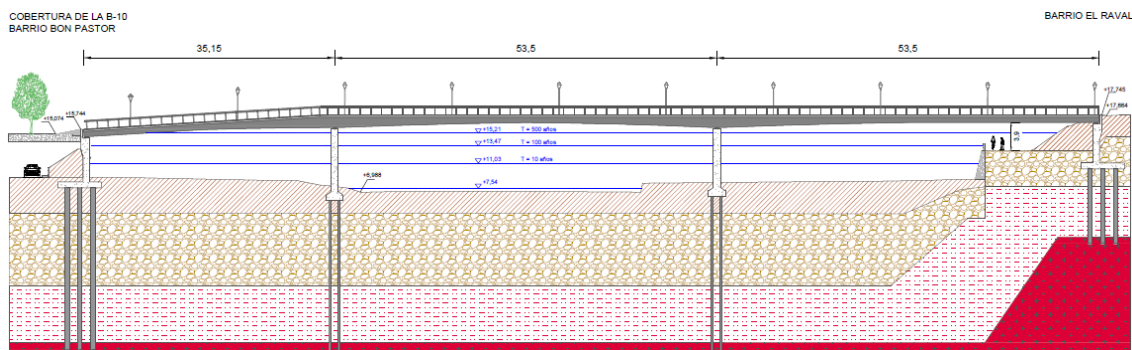


Figura 35. Vista en alzado de la pasarela. Alternativa 1 (Fuente: Elaboración propia).

♦ Alternativa 2: Pasarela arco de tablero inferior

Esta solución se trata de una pasarela de tipología arco con tablero inferior configurado con un solo vano de 142,16 metros longitud total.

El tablero está constituido por dos vigas longitudinales de misma luz 142,16 m metálicas y de sección cuadrada hueca, sujetas mediante riostras transversales de perfiles metálicos en todo el tablero separados cada 5 metros excepto en la zona de estribos donde se propone la colocación de una viga armada de mayor canto funcionando como riostra transversal del tablero. Sobre las riostras se propone colocar una losa de hormigón armado de 0,25 metros que servirá como la plataforma de circulación de los transeúntes y ciclistas.

El canto es de 1 metro y constante en todo el tablero. Este el mismo canto que se le da a las vigas metálicas de sección hueca. El tablero es sujeto sobre el terreno mediante dos estribos de hormigón armado.

Sobre el tablero se colocan dos arcos metálicos de 0,8 metros de diámetros de sección hueca tubular, colocados en los extremos del tablero. Para sujetar ambos arcos se propone la colocación de riostras transversales de sección tubular de 0,4 m de diámetro. Las pérgolas se separan cada cinco metros desde el centro del vano hacia los extremos del puente, aunque esta separación aumenta hasta 11 metros cuando se llega a los extremos.

El ancho del tablero será de la misma tipología que el propuesto para la alternativa 1 pero con la diferencia de que su anchura asciende hasta los 7,95 metros por el hecho del espesor de los arcos metálicos.

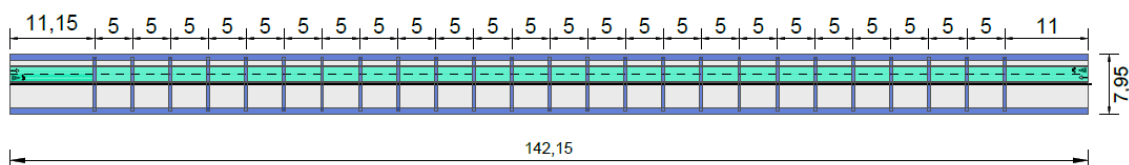
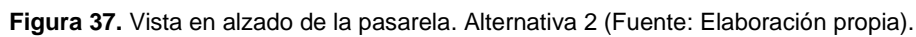


Figura 36. Representación gráfica de la plataforma de la pasarela. Alternativa 2 (Fuente: Elaboración propia).



Technical drawing of a bridge deck cross-section. The deck is 7.2m wide. It shows a central concrete slab with a green hatched reinforcement area. Below the slab, there are nine supports. The distances between the supports are labeled: 15, 11.73, 15, 15.05, 15.05, 15, 11.73, 15, and 13.73. A total length of 142.15 is indicated for the span between the first and last support.

61

Para el lado del itinerario ciclista para evitar el contacto de los ciclistas con los pilonos y las zonas de anclaje se propone colocar un separador vial para disminuir esta posibilidad de choque.

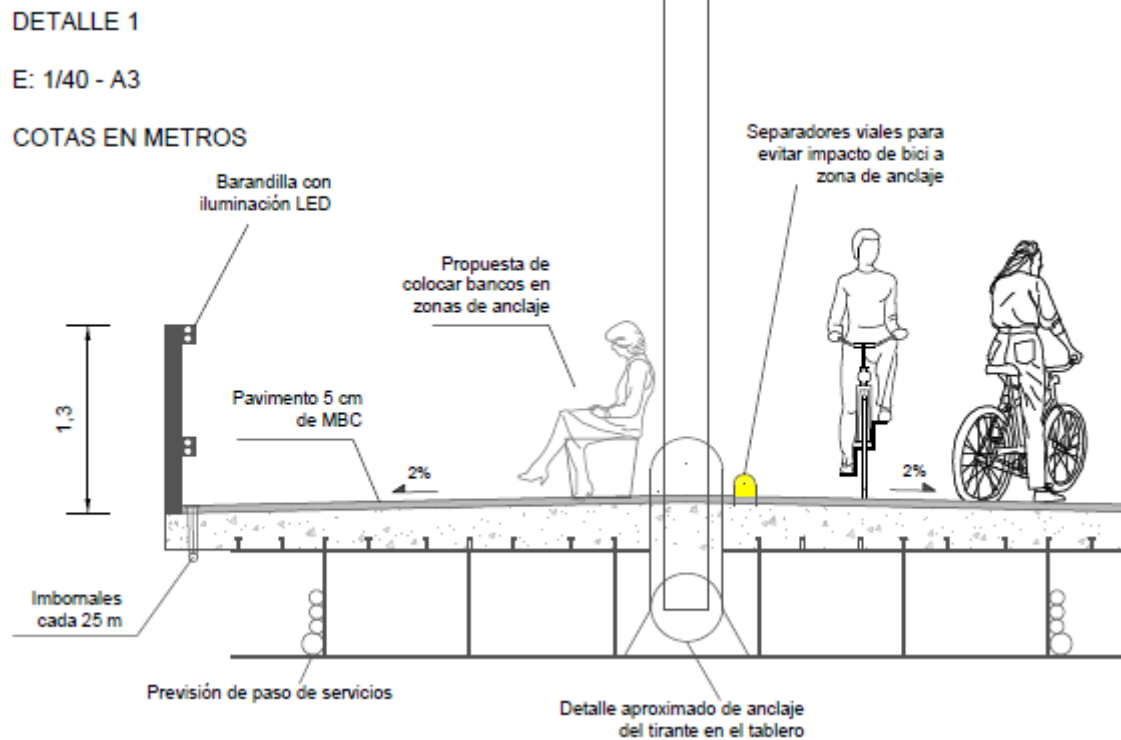


Figura 39. Detalle de la sección transversal del tablero. Alternativa 3 (Fuente: Elaboración propia).

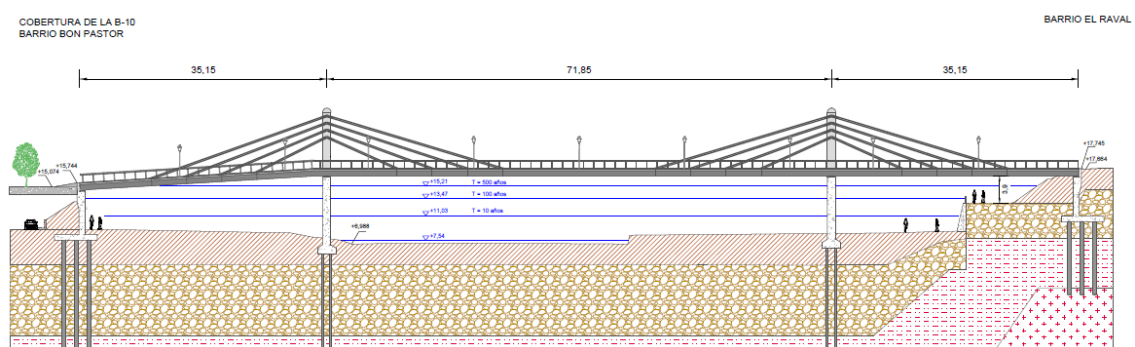


Figura 40. Vista en alzado de la pasarela. Alternativa 3 (Fuente: Elaboración propia).

Una vez presentado las tres propuestas para el diseño estructural de la nueva pasarela se analiza cada alternativa en función de unos criterios y condicionantes.

Los condicionantes y criterios evaluados en este estudio se presentan en el siguiente cuadro:

CONDICIONANTES	PESO (%)
Condicionantes técnicos	
Condicionantes funcionales	
Tráfico y accesibilidad	5%
Condicionantes de trazado	
Calidad del trazado	20%
Ancho sección transversal	10%
Condicionantes geológicos y geotécnicos	
Capacidad portante del terreno	15%
Excavabilidad del terreno	5%
Condicionantes hidráulicos	
Inundabilidad	20%
Condicionantes constructivos	
Proceso constructivo	20%
Servicios afectados	5%
Ponderación condicionantes técnicos	35%
Condicionantes económicos	
Coste económico	100%
Ponderación condicionantes económicos	30%
Condicionantes estéticos	
Estética e impacto visual	100%
Ponderación condicionantes estéticos	25%
Condicionantes medioambientales	
Impacto ambiental	100%
Ponderación cond. Medioambientales	10%

Tabla 6. Ponderación y peso de los condicionantes para el estudio del diseño estructural de la nueva pasarela (Fuente: Elaboración propia).

La metodología que se ha seguido para calificar las alternativas ha sido mediante una puntuación del 0 a 1, evaluando con 1 a la mejor alternativa y con 0 a la peor de las alternativas.

Los resultados que se obtuvieron son los siguientes:

CONDICIONANTES	PESO (%)	ALTERNATIVAS		
		1	2	3
Condicionantes técnicos				
Condicionantes funcionales				
Tráfico y accesibilidad	5%	1,00	1,00	1,00
Condicionantes de trazado				
Calidad del trazado	20%	0,95	0,70	0,95
Ancho sección transversal	10%	1,00	0,80	0,90
Condicionantes geológicos y geotécnicos				
Capacidad portante del terreno	15%	0,65	0,90	0,80
Excavabilidad del terreno	5%	0,85	0,85	0,85
Condicionantes hidráulicos				
Inundabilidad	20%	0,50	0,10	0,70
Condicionantes constructivos				
Proceso constructivo	20%	0,90	0,75	0,85
Servicios afectados	5%	0,60	0,70	0,60
Ponderación condicionantes técnicos	35%	27,65	22,838	29,138
Condicionantes económicos				
Coste económico	100%	1,00	0,65	0,75
Ponderación condicionantes economicos	30%	30	19,5	22,5
Condicionantes estéticos				
Estética e impacto visual	100%	0,20	0,70	0,95
Ponderación condicionantes esteticos	25%	5	17,5	23,75
Condicionantes medioambientales				
Impacto ambiental	100%	0,50	0,80	0,50
Ponderación cond. Medioambientales	10%	5	8	5
PUNTUACIÓN FINAL		67,65	67,838	80,388

Tabla 7. Resultados del estudio de alternativas para la concepción estructural de la pasarela (Fuente: Elaboración propia).

10. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En este apartado se describe la solución adoptada para el estudio de alternativas llevado a cabo en este proyecto.

Tal y como se puede observar en la Tabla 7, la alternativa 3 resulto ser la solución ganadora para representar la tipología estructural en el diseño de la pasarela peatonal objeto de este estudio.

La alternativa 3 trata sobre un puente de 142,15 m de longitud en el que se constituye un puente extradosado de 3 vanos de 35,15+71,85+35,15 metros. Se disponen de 2 pilas intermedias y dos estribos para sujetar la totalidad del tablero del puente.

El tablero es de tipología sección cajón metálico multicelular mixto de 1 metro de canto constante en toda la longitud del puente. La sección se divide en una viga metálica de 6,30 de ancho constituido por perfiles HEB o IPE conectados entre sí por chapas o pletinas metálicas con las mismas características para permitir una buena compatibilidad en la transmisión de esfuerzos. Esta viga metálica tendrá un canto 0,75 metros y se propone pintar las paredes visibles con un color grisáceo similar al del hormigón porque se cree que puede encajar muy bien con el entorno natural y paisajístico.

Sobre la viga metálica se coloca una losa de hormigón armado de 0,25 metros de canto que servirá de plataforma para los itinerarios peatonales y ciclistas. Su conexión con la viga cajón metálica se realizara mediante pernos conectores.

La capa de rodadura de la plataforma estará formada por una capa de pavimento para paseo peatonal y otra para el de ciclistas adecuados a la normativa vigente, de unos 5 cm de espesor de pavimento MBC. El color del pavimento para el paseo peatonal será de un color grisáceo, el mismo que el de las veredas peatonales de las calles de Barcelona, y el color del itinerario ciclista será verde para compatibilizar el entorno natural y paisajístico con la pasarela vista en planta.

Los pilonos tendrán una altura total de 8 metros sobre el tablero, en su interior estarán anclados los tirantes que serán de tipología pasantes, es decir, no se anclan por separados dos tirantes a un mismo punto sino que serán cables tensados continuos, todo esto con ayuda de una tecnología constructiva que consiste en un sistema de ranuras y clavijas que servirán de elementos de unión y continuidad del tirante. Se propone que el color de los tirantes sea blanco para adecuarse al entorno.

Del mobiliario urbano se propone que las barandillas lleven integrados iluminación LED, y se propone bancos en las zonas de anclaje para evitar el contacto de los transeúntes con estas. Para el paso de servicios, se propone en primer lugar colocar los imbornales en los extremos del tablero con una separación de 25 metros, y en segundo lugar en las zonas laterales del cajón multicelular se propone dejar ese

espacio para el paso de las redes de servicio tales como el de la iluminación de las farolas y otros servicios que se puedan diseñar en el futuro.

Esta solución cumple con creces y con mayor eficiencia que el resto de las alternativas la mayoría de los condicionantes a tener en cuenta, para este caso, en el diseño de la pasarela.

Además, se respeta el galibo vertical estricto del paseo de ribera del margen izquierdo del río, aumentando la sensación de seguridad por parte de los peatones de la vía peatonal cuando pasen por debajo del puente.

Para el caso de su integración en el entorno, no compite con este, sino que lo enriquece, en todo el tramo final del río Besós hasta su desembocadura se ve una gran variedad de tipologías de los puentes construidos, de entre esta variedad no estaba presente el puente arco con tablero inferior. Por ello, el diseño de este puente aumentaría el protagonismo del río Besós de cara al futuro como un espacio muy visitado, que no solo sería gracias a su belleza paisajística producto de las remodelaciones hechas recientemente sino también en parte al arte y la belleza que representan los distintos puentes.

Finalmente, la solución planteada permite una buena optimización de los recursos. La luz a salvar, las cargas actuantes y el diseño planteado responden al funcionamiento óptimo de la estructura.

11. CONCLUSIONES

Una vez estudiado territorial y funcionalmente los municipios de Barcelona y Santa Coloma de Gramenet, analizando la movilidad que estos generan tanto interna como externamente, estudiado las propuestas del Consorcio del Besós, los planes urbanísticos vigentes, el entorno del ámbito de estudio y propuesto nuevas alternativas para la construcción de una pasarela de peatones y bicicletas que por un lado cumpla uno de los objetivos propuestos por el Consorcio del Besós que es el de romper barreras y mejorar la conectividad y accesibilidad entre ambos municipios, y por otro lado el de incentivar el uso de modos de transporte sostenible como medio de transporte cotidiano, se pueden llegar a las siguientes conclusiones.

Des del punto de vista de la movilidad, se ha detectado un **uso muy bajo de la bicicleta para los desplazamientos internos y de conexión (menos de un 2%)** entre municipios o barrios de la zona de estudio. Este hecho se debe por un lado a la elevada autocontención de los habitantes de la zona, en el caso de la zona barcelonesa el 60% de sus habitantes tiene sus áreas de trabajo dentro de la ciudad, en el caso de Santa Coloma debido a ser uno de los municipios con una de las tasas de paro más elevadas del área metropolitana de Barcelona sus habitantes tienden únicamente a desplazarse dentro de la ciudad. **En resumen, se realiza un mayor desplazamiento a pie tanto a nivel interno (alrededor del 63%) como de conexión (alrededor del 26%).**

También es cierto que algunas calles y vías que discurren cerca del río Besós no están habilitados con carriles bici debido al poco espacio disponible o a una mala estructura vial producto de obras urbanísticas realizadas en años anteriores que no tuvieron en cuenta el uso de la bicicleta.

Gracias a las últimas acciones impuestas por las administraciones de la zona como es el caso de implantar nuevos carriles bici está favoreciendo al incremento de este medio de transporte, esto conlleva además a reurbanizar las calles favoreciendo en el paso de los peatones y la circulación de los ciclistas.

Ante esta problemática se decide implantar carriles bici en la pasarela para favorecer el uso de este medio de transporte y poner la piedra o el inicio de una reestructuración de la zona con la implementación de nuevas vías ciclables cerca del

ámbito de estudio con el objeto de formar juntamente con la pasarela una malla o itinerario de conexión importante.

A nivel urbanístico y territorial, la solución propuesta en este estudio de alternativas encaja perfectamente con el entorno. Ya que por un lado facilita la conexión entre los barrios del Bon Pastor y el Raval, permite acceder de manera más cómoda a la cota alta del barrio de Safarells (cota +29,2 m) cosa que no puede permitir la actual pasarela del Molinet.

Por otro lado, se **convierte a la pasarela en un gran eje de conexión de movilidad sostenible** entre ambas poblaciones, ya que se conectan puntos importantes como por el lado de Barcelona: el futuro parque de la Sagrera, el centro comercial de la maquinista, el polígono industrial del Bon Pastor y la zona urbanizada del barrio del Bon Pastor; y por el lado de Santa Coloma: el paseo de ribera del margen izquierdo del río, la Avenida de la Generalitat, la Avenida de Mossèn Josep Pons i Rabadà, el Hospital de l'Espèrit Sant, la Plaça Salvador Dalí y Badalona.

Las estaciones de buses cercanas y la futura implantación de una línea de bus en el margen izquierdo del río **crean una malla de conexión importante** en el que los habitantes pueden utilizar la pasarela para pasar al otro lado del río y a su vez aprovechar el servicio de los buses para desplazarse a zonas mas lejanas. Esto favorecería la menor utilización del coche privado para lo habitantes de la zona.

En cuanto al estado actual de la zona abandonada y en desuso de la cobertura de la Ronda Litoral en el Bon Pastor, esta se vería favorecida ya que **su conexión con este punto de la pasarela abriría el camino para la remodelación de esta zona** de la cobertura habilitándola para ser una zona de descanso y paseo para los futuros transeúntes y ciclistas que pasen por allí.

Dado que el enfoque de este estudio era analizar y buscar una solución optima para el desarrollo futuro de una nueva pasarela en la zona. No se debe olvidar que la conexión con la cobertura de la Ronda impulsaría a **renovar o sustituir el actual acceso mediante escaleras desde la calle d'Arbeca** que se encuentra en mal estado y no permitiendo la entrada ni salida de los habitantes de la zona por este lugar. **Se podría proponer cambiar estas escaleras por una rampa** que habilite el paso de peatones, personas de movilidad reducida y ciclistas.

Finalmente se cree que con este estudio de alternativas se da el primer paso para el desarrollo futuro de un proyecto de una nueva pasarela peatonal y de bicicletas **que conecte los municipios de Barcelona y Santa Coloma de Gramenet**. Con esta propuesta se obvia la barrera física que comporta el río Besós y la Ronda Litoral atravesándola a través de un paso superior seguro y cómodo y, mejorando la cohesión social y territorial de la zona.

12. BIBLIOGRAFÍA

- I. Agència Catalana de l'Aigua (octubre de 2015). Àmbit de la conca del Besòs [en línea] Espais Fluvials > Publicacions > Estudis de l'espai fluvial a la conca del Besòs. Link: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/publicacions/espais_fluvials/publicacions/estudis_pef/h_besos/pef_besos.htm
- II. G. Grattèsat (1981), *Concepción de Puentes, tratado general*, Editores técnicos Asociados, s. a. 1981, Barcelona
- III. Manterola, Javier. *Puentes: apuntes para su diseño, cálculo y construcción (Volumen I y II)*. Colección escuelas. Colegio de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, 2006.
- IV. Ministerio de Fomento. RPX-95. *Recomendaciones para el proyecto de puentes mixtos para carreteras: Ministerio de Fomento, Dirección General de Carreteras*, 1996.
- V. Ministerio de Fomento. *Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales: Ministerio de Fomento, Dirección General Carreteras*, 2000.
- VI. Torroja Ingeniería S.L. *Origen e historia de los puentes extradosados*. Jornada técnica anual de ACHE 2015.
- VII. Generalitat de Catalunya. Departament de Política territorial i Obres Públiques. *Manual para el diseño de vías ciclistas de Cataluña. Versión castellana*, 2008.
- VIII. Torroja Ingeniería S.L. *Arco metálico de tablero inferior, de 71 m de luz, en la autopista AP-68 Bilbao – Zaragoza (P.K. 292+120)*. V Congreso de ACHE 2011
- IX. Francisco Millanes Mato. *Construir en acero los puentes de luces medias*. ETSICCP Madrid, 2004.
- X. Ayuntamiento de Barcelona. <https://ajuntament.barcelona.cat/es/>
- XI. Ayuntamiento de Santa Coloma de Gramenet. <https://www.gramenet.cat/es/>